

---

## АННОТАЦИИ

---

**Минаев А. А., Коновалов Ю. В. Совмещение технологических процессов – одно из главных направлений развития металлургии // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Основное направление работы – анализ результатов реализации совмещения процессов на участках: сталь-прокат и холоднокатаный передел листовой продукции, а также предложение новой технологической схемы металлургического предприятия будущего, базирующегося на максимальном совмещении операций и процессов. Выполненный анализ показал, что наиболее активно реализация совмещения технологических процессов происходит при производстве горячекатаных полос и листов. В мировой практике успешно реализованы различные типы литейно-прокатных агрегатов для прокатки горячекатаных полос толщиной 0,8–16 мм практически из любых марок стали и различного назначения. Представлена схема металлургического предприятия будущего, базирующаяся на процессах «Cogex» и «Midrex», валковых литейно-прокатных агрегатах и комплексе совмещённых процессов производства холоднокатаного листа.

**Ключевые слова:** совмещённый процесс, литейно-прокатный агрегат, металлургия, прокат, клеть, стан, катанка, профиль, травление, отжиг, дрессировка, продукция.

**Василевский О. В., Грушко А. В., Кухарь В. В. Влияние величины подачи на кинематические и энергосиловые характеристики при протяжке заготовок в комбинированных бойках // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Выполнено конечно-элементное моделирование наиболее энергоёмких режимов обжатий цилиндрических заготовок (слитков) в комбинированных бойках при протяжке с различными величинами относительных подач. С точки зрения решения прикладной производственной задачи рассмотрены кинематические и энергосиловые параметры процесса кузнечной протяжки цилиндрических заготовок в нижнем вырезном радиусном и верхнем плоском бойках, которые установлены на ковочном прессе в кузнечно-прессовом цехе предприятия. Получены графические и аналитические зависимости приведенной силы деформации, приведенной работы деформации и относительной вытяжки от значений относительных подач и величин обжатий при исследуемых условиях. На основании проведенных исследований даны рекомендации по выбору режимовковки валов.

**Ключевые слова:** ковка валов, протяжка заготовок, комбинированные бойки, приведенная сила деформации, приведенная работа деформации, относительная вытяжка заготовки, относительная подача, обжатие.

**Чигиринский В. В., Плахотник В. В., Шейко С. П. Особенности динамических задач в обработке металлов давлением // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

В обработке металлов давлением имеют место динамические задачи теории упругости и пластичности. Возникает необходимость разработки математической модели упругого движения распределенных масс в условиях кратковременного пластического нагружения. Показано решение волнового уравнения теории упругости и его последовательное усложнение в аналитическом виде. Между аргументами тригонометрических функций существует дифференциальное соответствие, что определяет условие существования решения. Ограничения, наложенные на аргументы тригонометрических функций, показывают, что их порядок не может быть ограничен линейной зависимостью. Для решения задачи определяющим является удовлетворение указанных условий. Это расширяет его возможности.

**Ключевые слова:** ОМД, динамика, волновое уравнение, соотношение между аргументами тригонометрических функций, аналитическое решение.

**Абхари П. Б., Патык О. В. Формоизменение трубчатой заготовки в процессе раздачи // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Рассмотрен процесс раздачи на оправке трубчатой заготовки. Исследовано формоизменение в процессе раздачи методом конечных элементов. Установлен допустимый диапазон длин, при котором не наблюдается образование гофр. Найдена максимальная критическая длина трубчатой заготовки. Представлены распределения интенсивности деформаций трубчатых заготовок с разной относительной длиной. Установлено, что очаг деформаций расположен на участках контакта инструмента и заготовки, а именно в зонах наибольшего деформирования. Представлен график зависимости относительной толщины заготовки от относительной длины. Данный график позволяет в производственных условиях определить максимальную и минимальную критическую длину трубчатой заготовки.

**Ключевые слова:** трубчатая заготовка, процесс раздачи, интенсивность деформаций, метод конечных элементов.

**Одинцов А. Н., Григоренко В. У. Использование конечно-элементного моделирования объёмной штамповки для прогнозирования образования брака // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

При выполнении анализа технологии объёмной штамповки заготовок сложной формы с использованием программных комплексов моделирования процессов обработки металлов давлением, основанных на методе конечных элементов, определена оптимальная конфигурация заготовки с помощью отслеживания траекторий движения контрольных точек в опасных сечениях. Выявлены причины образования дефектов штамповок деталей сложной формы, наследуемые из исходной заготовки. Разработана новая конфигурация предварительной заготовки и выполнена доработка ковочной оснастки для равномерного распределения металла при штамповке в ручье штампа. Разработан новый технологический процесс получения заготовок с выполнением предварительной заготовки на ГКМ, обеспечивающий низкий процент бракованных заготовок.

**Ключевые слова:** объёмная штамповка, оптимизация технологии, метод конечных элементов, течение металла, траектории перемещения.

**Чигиринский В. В. Инварианты в решениях задач механики деформированного твердого тела // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Поставлена и решена плоская задача теории пластичности и упругости в аналитическом виде с использованием тригонометрической и экспоненциальной функций. Рассмотрены определяющие дифференциальные уравнения для напряжений, деформаций теории пластичности и упругости. В теориях показаны общие подходы, связанные с преобразованиями в процессе решения. Функции, удовлетворяющие системам уравнений механики деформируемого твердого тела, являются гармоническими. Получены одинаковые соотношения между функциями в дифференциальной форме, удовлетворяющие соответствующим системам. Просчитано симметричное нагружение полосы при пластической деформации. Показано соответствие известного решения в упругой зоне как частного случая, так и предполагаемого.

**Ключевые слова:** пластичность, упругость, инварианты, гармонические функции, замкнутое решение.

**Дубина В. И., Широкобоков В. В., Бичевой А. Ф., Засовенко А. В. Методика построения графиков усилия деформации при холодном выдавливании // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Описано построение графика усилия выдавливания крупногабаритных деталей на кривошипных прессах. Для построения графика усилия деформации необходимо определить истинное сопротивление и относительное удлинение деформации в характерных точках. Для анализа процесса обратного выдавливания был использован энергетический метод. Для того чтобы получить приемлемые для практического использования расчетные формулы, в исходных уравнениях принималось условие постоянства интенсивности напряжений по всему объёму донной деформируемой области. Фактическое упрочнение деформации металла учитывалось соответствующей коррекцией и введением усредненной величины сопротивления деформации. Полученная форма графика позволяет провести энергетические и прочностные расчёты прессов с большой достоверностью.

**Ключевые слова:** усилие, выдавливание, усилие деформации, пресс, относительное удлинение.

**Огородников В. А., Грушко А. В., Деревенько И. А. Моделирование процессов обработки давлением на основе гипотезы о силовом и кинематическом подобии параметров деформирования // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Разработана методика расчета силовых и деформационных параметров процессов обработки металлов давлением для материалов любой реологии (модельные материалы) на основе деформационных и силовых характеристик для материалов с известной реологией (натурные материалы), основанная на гипотезах о кинематическом подобии и подобии путей деформирования. Предложенная методика позволяет расширить возможности моделирования напряженно-деформированного состояния на базе экспериментально-расчетных методов для случаев, когда задание дополнительных условий затруднено. Проведена экспериментальная проверка указанной гипотезы для процессов выдавливания. Выдвинуто предположение о силовом подобии процессов обработки металлов давлением. С использованием данной гипотезы можно рассчитать деформирующую силу натурального материала на основе данных усилий для двух модельных материалов.

**Ключевые слова:** моделирование, натурный образец, модельный образец, выдавливание, гипотеза, напряженно-деформированное состояние.

**Грибков Э. П., Данилюк В. А. Исследование локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния металла при уплотнении порошкового сердечника в металлической оболочке // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Разработан математический аппарат для определения локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния при реализации процесса первичной (уплотняющей) прокатки порошкового сердечника в металлической оболочке различного сечения, который позволяет с большей точностью спрогнозировать энергосиловые параметры, геометрические и физико-механические характеристики при прокатке порошковой электродной ленты. Также получены зависимости для решения и определения упругих прогибов различных металлических оболочек в процессе прокатки порошковой ленты в оболочке. Установлено, что значение упругого прогиба зависит от формы и размеров металлической оболочки.

**Ключевые слова:** лента электродная порошковая, модель математическая, очаг деформации, прокатка, прогиб упругий.

**Максименко О. П., Лобойко Д. И. Анализ предельных условий прокатки с учетом продольных сил деформируемого металла // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Проанализированы вопросы о равновесии в очаге деформации с учетом продольных сил пластически деформируемого металла. На основе анализа контактных напряжений, текущей горизонтальной силы, которая возникает под действием внутренних напряжений, и её среднего значения, разработана методика оценки продольной устойчивости процесса прокатки. В случае, если результирующая сила является сжимающей, то прокатка протекает в устойчивом режиме, если – растягивающей, устойчивый процесс невозможен, и при нулевом значении результирующей – наступают предельные условия деформации. Расчетным путем установлено, что процесс прокатки может обрываться при наличии опережения. Адекватность теоретических результатов подтверждена сравнением с известными экспериментальными данными.

**Ключевые слова:** устойчивость, методика, эпюра, напряжение, сила, угол нейтрального сечения, оценка, очаг деформации, равновесие, полоса.

**Сатонин А. В., Бережной Н. Н., Коренко М. Г., Староста Н. В. Математическое моделирование напряжений, деформаций и точности геометрических характеристик при горячей прокатке полос и лент в предварительно напряженных чистовых рабочих клетях // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Выполнен анализ конструкций механизмов по созданию предварительного напряжения различного исполнения, а также представлены результаты численной реализации полученных теоретических решений и расчетные распределения отдельных составляющих, определяемых влиянием, соответственно, исходной толщины, величины предварительного межвалкового зазора и результирующей разнотолщинности горячекатаных лент, при прокатке в предварительно напряженных чистовых рабочих клетях. Предложена технология создания предварительного напряжения в чистовой рабочей клетке и обоснована возможность широкого использования комбинированного гидромеханического нажимного механизма. Что позволит маломощным электромеханическим нажимным механизмам чистовых рабочих клетей работать в системе автоматического регулирования толщины, отрабатывая, в частности, низкочастотные составляющие стохастического изменения исходной толщины и температуры прокатываемых полос и лент.

**Ключевые слова:** подушки валков, инженерные методы расчета, механическое оборудование, прокатный стан, автоматическое регулирование.

**Рудь В. Д., Смолянкин О. А. Использование кластеризации данных для построения нечеткой модели влияния давления и кручения на изменение длины деталей // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Рассмотрен математический аппарат теории нечетких множеств, который позволяет построить модель объекта, основываясь на нечетких правилах. В качестве разбиения данных для использования нечеткой модели использована кластеризация данных. Для кластеризации использовался набор из 110 экспериментальных данных: входные – давление и кручение, выходные – изменение длины. Была построена модель, получены функции принадлежности и поверхность нечеткого вывода. Нечеткий подход позволяет принимать решения при исследовании влияния пористости на механические свойства медных порошковых материалов и повысить уровень информации о процессе на основании субъективных оценок экспертов. Полученные результаты адекватны реальным объектам и могут использоваться для исследования свойств пористых материалов.

**Ключевые слова:** нечеткая логика, кластеризация данных, выборка, функции принадлежности, поверхность нечеткого вывода.

**Гринкевич В. А., Чухлеб В. Л., Тумко А. Н., Ашкелянец А. В. Управление качеством поковок ответственного назначения в условиях ПАО «Днепроспецсталь» // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Рассмотрены возможности управления влиянием технологических параметров свободнойковки на качество получаемой продукции при производстве поковок ответственного назначения в условиях ПАО «Днепроспецсталь». Представлены преимущества прогнозирования и управления качеством металлопродукции на уровне предприятия, а именно повышения эффективности кузнечно-прессового производства, вследствие формирования требуемого качества и технологических свойств металла при минимальной себестоимости. Для этого целью исследований ставится определение зависимостей, раскрывающих взаимосвязь конкретных режимовковки и показателей пластических и прочностных свойств получаемых поковок, а также изменение структуры под воздействием выбранных режимов деформации.

**Ключевые слова:** качество, свойства, зависимость,ковка, заготовка, инструмент,ковка.

**Белевитин В. А., Смирнов Е. Н., Сеницын А. А., Коваленко С. Ю. Основания необходимости учета несовершенств кузнечного слитка при проектировании процессаковки на прессах // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Приведены результаты заводских исследований влияния макроструктуры и химической неоднородности кузнечных слитков массой 5,6 т, 8 т и 10 т из стали 45 на достижение требуемого уровня качества металла поковок валов диаметром свыше 260–280 мм. Установлено, что слиткам текущего производства присуща значительная

химическая неоднородность. Кроме того, анализ результатов механических свойств поковок на образцах от проб из осевой зоны подприбыльной части слитков (зоны V-образной ликвации) и от проб на расстоянии 1/3 от поверхности поковок, а также подприбыльной части (зоны  $\Lambda$ -образной ликвации) обнаруживают значительную их зависимость от пораженности слитка внутренними дефектами, включая химическую неоднородность, особенно ярко выраженную в тангенциальном направлении. Обнаруженные особенности влияния структурной и химической неоднородности на качество металла поковок закладывают основу для целенаправленного конструирования технологииковки в обеспечение выполнения требований международных стандартов.

**Ключевые слова:** кузнечный слиток, макроструктура, химическая неоднородность, ликвация, механические свойства,ковка.

**Гунько И. В. Внедрение технологического процесса вальцовки заготовок из алюминиевых сплавов под последующую штамповку с применением подготовительных ручьев // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Рассмотрена технология вальцовки заготовок из алюминиевых сплавов, при которой применяются подготовительные ручьи. Отмечено, что в результате аналитических и экспериментальных исследований применения предыдущего процесса вальцовки возможно обеспечить: снижение трудоемкости изготовления штампованных поковок; увеличение коэффициента использования заготовки (КИЗ); экономии энергоресурсов; улучшение структуры и повышение качества штампованных поковок за счет обеспечения равномерной деформации по сечению поковки. Всесторонний анализ (макро-, микро-) механических свойств вальцованных заготовок и штампованных поковок, изготовленных из них, показал соответствие качества требованиям технической документации. Приведены технико-экономические показатели применения в технологическом процессе объемной штамповки процесса вальцовки и подготовительных ручьев.

**Ключевые слова:** подготовительный ручей, чистовой ручей, штамповка, вальцовка, дефект, нагрев, калибры.

**Кухарь В. В. Методика учета смятия торцевых участков заготовок при проектировании технологий на основе продольного изгиба // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

С точки зрения развития бесштамповых технологий приближения формы заготовок к конфигурации поковок с изогнутой осью, получаемых штамповкой или ковкой, обоснована целесообразность подготовительного профилирования продольным изгибом. Уточнена методика расчета размеров исходной заготовки, которую профилируют продольным изгибом, с учетом искажения торцевых участков и обеспечения заполнения металлом удаленных участков гравюры штампа для поковок с изогнутой осью и отрезками. Разработана методика контроля смятия торцов заготовок путем сравнения с величинами предельных отклонений изделия для случая финишной гибки продольным изгибом. В основу разработок положено аналитическое рассмотрение геометрической задачи деформирования торцов; результаты разработок использованы в производственных условиях.

**Ключевые слова:** заготовка, продольный изгиб, смятие торцов, методика учета, поковки с изогнутой осью, профилирование, штамповка.

**Снитко С. А., Яковченко А. В. Механизм исправления асимметрии при штамповке колесных заготовок // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Применительно к технологии штамповки колесных заготовок, имеющих обод диск и ступицу, путем конечно-элементного моделирования установлен механизм исправления асимметрии используемых в этом процессе осажённых и разогнанных заготовок и их асимметричной укладки в формовочные штампы. На этой основе усовершенствована технология, обеспечивающая устранение как смещения оси заготовки относительно оси формовочных штампов, так и асимметрии самой заготовки. Применение предлагаемой технологии позволит изготавливать осесимметричные колесные заготовки и, соответственно, – стабилизировать размеры штампованных или штампованно-катаных железнодорожных колес, а также уменьшить расходный коэффициент металла.

**Ключевые слова:** асимметрия, осажённая и разогнанная заготовка, колесная заготовка, формовочные штампы, конечно-элементное моделирование.

**Аргат Р. Г., Пузырь Р. Г. Пути управления полем напряжений в операциях листовой штамповки // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Проанализированы некоторые процессы обработки металлов давлением (гибка, профилирование листовых заготовок, вытяжка) с наложением дополнительных воздействий на очаг деформации с целью смягчения схемы напряженного состояния и наиболее полного использования пластичности материала. Приведены различные схемы и примеры операций с измененными параметрами внешнего нагружения для обеспечения точности изделий, уменьшения числа штамповочных переходов, повышения коэффициента использования металла, облегчения конструкций за счет устранения локализации деформаций в опасных сечениях заготовки. Рассмотрены недостатки существующих современных технологических решений, направленных на интенсификацию производства, сделан вывод на смещение акцента новых разработок в сторону упрощения конструкций оснастки и оборудования с целью получения наибольшего экономического эффекта.

**Ключевые слова:** интенсификация, оснастка, оборудование, вытяжка, гибка, профилирование, заготовка.

**Калюжный О. В., Калюжный В. Л., Стеблюк В. И., Вихованец И. В. Влияние относительной толщины заготовки на формообразование изделий при традиционном обжиге и обжиге с противодавлением в конической матрице // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Методом конечных элементов изучено влияние относительной толщины заготовки на формообразование изделий при традиционном обжиге и обжиге в конической матрице с дифференцированным противодавлением жидкости на внутреннюю поверхность стенки заготовки. Обжигу подвергались детали, полученные вытяжкой. Проведено сравнение результатов расчета. Приложение противодействия приводит к существенно увеличению степени деформации при обжиге за счет уменьшения или исключения образования пластических деформаций в донной части заготовки и потери устойчивости боковых стенок. Определены энергосиловые режимы деформирования и размеры изделий после обжига. Показана возможность получения изделий с горловиной одинаковых размеров из заготовок различной толщины.

**Ключевые слова:** обжим традиционный и с противодавлением, относительная толщина заготовки, усилие обжима, конечные размеры изделий, коэффициент обжима.

**Пузырь Р. Г., Троцко О. В., Черкащенко В. Ю. Влияние геометрических параметров цилиндрической заготовки на напряженно-деформированное состояние при раздаче коническими пуансонами // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Исследования направлены на уменьшение интенсивности деформирования на последующих переходах профилирования с целью обеспечения минимальной разнотолщинности ободьев колес. Проведены теоретические исследования по определению изгибающего момента, действующего на участке свободного изгиба при раздаче коническими пуансонами цилиндрической заготовки. Показано, что для определения величины напряжений, действующих в меридиональном направлении, необходимо принимать во внимание геометрию заготовки и исходить из положений безмоментной теории оболочек и суммированием краевого эффекта, который учитывает влияние изгибающего момента на распределение напряжений. Результаты исследования позволяют сделать вывод, что распределение изгибающего момента по образующей цилиндрической поверхности носит затухающий колебательный характер, а возникновение потери устойчивости происходит вследствие действия колебательной нагрузки на выходе из участка свободного изгиба.

**Ключевые слова:** обод, пуансон, напряжение, деформация, раздача, изгибающий момент, интенсивность деформирования.

**Краев М. В., Красва В. С., Гринкевич В. А., Шевченко Т. Н. Подготовка экспериментального исследования штамповки с применением слабого магнитного поля // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Описан способ обработки металла с применением постоянного внешнего магнитного поля. Приведены схемы воздействия магнитного поля при деформации. Предложены возможные конструктивные способы изменения существующей установки, которые приведут к усилению воздействия магнитного поля в очаге деформации. Рассмотрены способы экспериментальных исследований при изменении направления действия магнитного поля, что определяет направление индукции магнитного поля относительно направления деформации и, как следствие, оказывает на напряженное состояние металла. Описано воздействие магнитного поля на ферромагнитный образец. Представлен предполагаемый эффект влияния усиленного магнитного поля на парамагнитные аустенитные стали.

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

**Рябичева Л. А., Белошицкий Н. В. Влияние температуры штамповки на динамическое разупрочнение и разрушение порошковых материалов // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Приведены результаты исследования микроструктуры, поверхностей разрушения и физико-механических свойств медно-титановых порошковых материалов электротехнического назначения. Установлена мелкозернистая структура после предварительного деформирования порошковой пористой заготовки при повышенных температурах. Прочность сохраняется на высоком уровне, удельное электросопротивление низкое. Деформационное разупрочнение и наличие пористости влияют на характер разрушения порошкового материала. Порошковые медно-титановые материалы пористостью 2,8–6,1 % после деформирования в условиях динамического разупрочнения рекомендуются для использования как электротехнические материалы.

**Ключевые слова:** электротехнический порошковый материал, штамповка, температура, микроструктура, механические свойства, фрактограммы изломов, плотность, электросопротивление.

**Боровик П. В. Теоретический анализ бокового усилия при горячей резке параллельными ножами // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Выполнен теоретический анализ процесса разделения металла в ходе горячей резки на ножницах с целью расширения представления о протекании процесса и оценки бокового усилия, действующего на ножи. Разработана конечно-элементная модель процесса горячей резки на ножницах и получено удовлетворительное совпадение при сравнении результатов моделирования и экспериментальных данных. Выполнена оценка бокового усилия, действующего на ножи при разных температурах. Отмечено, что в процессе горячей резки параллельными ножами боковое усилие на ножи существенно отличается от известных представлений и нуждается

в уточнении и учете при расчетах нагрузок на оборудование. Указано, что с ростом температуры величина бокового усилия на ножи растет. Существует необходимость проведения более широкого спектра исследований. Результаты работы могут быть использованы при исследованиях разделительных операций в прокатном производстве и расчете оборудования.

**Ключевые слова:** ножницы, сила резания, боковое усилие на ножи, горячее резание, параллельные ножи.

**Мазур В. Л. Состояние и перспективы развития теории и технологии тонколистовой прокатки // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Рассмотрены актуальные задачи в области теории и технологии горячей и холодной прокатки полос. Показано, что на нынешнем этапе эволюции прокатного производства требуют дальнейшего углубленного изучения математические модели, описывающие формирование структуры и механических свойств стали при горячей прокатке, модели и алгоритмы оптимизации процесса прокатки, работающие в реальном масштабе времени, вероятностные модели процессов горячей и холодной прокатки, теория прокатки в режиме полужидкостного трения. В технологии листопрокатного производства основные усилия должны быть направлены на решение вопросов тепло- и энергосбережения.

**Ключевые слова:** прокатка, теория, технология, математические модели, энергосбережение.

**Коновалов Ю. В., Мусихина И. В. Современное состояние производства жести. Перспективы развития // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Обоснована перспектива жестяной тары и актуальность производства жести в ближайшем будущем. Приведен краткий обзор мирового рынка жести: лидеры производства, объём, структура и динамика экспорта некоторых стран за последние годы. Описано современное состояние зарубежного и отечественного производства жести, используемое оборудование. Определены основные тенденции и перспективные направления развития производства жести. Тенденция повышения скорости прокатки наряду с необходимостью улучшения качества поверхности жести и плотности антикоррозионного покрытия, уменьшения её толщины с получением оптимальных механических свойств, усовершенствования состава оборудования по всей технологической линии производства ставят задачу определения современного агрегата и оптимальной технологии производства жести.

**Ключевые слова:** жесьть, качество поверхности, толщина стальной основы, механические свойства, перспективы развития.

**Дзюба А. Ю., Блохин М. В., Новицкий Р. В., Романец И. Н. Разработка технологии и освоение производства арматурного проката класса прочности Ат800 // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Рассматриваются проблемы освоения и создания технологии для производства арматурных профилей высокого класса прочности, в имеющихся технических условиях стана 370 Сортового цеха ОАО «Магнитогорский Metallургический Комбинат». Основные трудности в разработке технологии заключаются в следующих факторах: подбор марок стали, которые бы обеспечивали высокий уровень прочностных свойств и обладали бы низкой стоимостью, так как рентабельность производства арматуры этого класса прочности напрямую зависит от степени легирования стали; выбор оптимальной температуры самоотпуска и режимов охлаждения с учетом химического состава стали, так как достижение высокой прочности возможно только при соблюдении комплекса условий; соблюдение условий прокатки и охлаждения для получения качественного профиля с требуемыми характеристиками.

**Ключевые слова:** технология, освоение, производство, разработка, класс прочности, марка стали, прочностные свойства, рентабельность, легирование, условия прокатки, профиль.

**Ершов С. В., Мельник С. Н., Гаврилин С. Ю. Экспериментальное исследование течения металла при прокатке фасонной полосы в шпунтовом черновом калибре // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Шпунтовые сваи работают как консольные балки, нагруженные рассредоточенными силами. Основную нагрузку воспринимает полотно профиля. Суммарное воздействие сил создаёт изгибающий момент, под действием которого сваи могут деформироваться. Это приводит к разъединению свай в замковых элементах. Поэтому при производстве шпунтов особое внимание уделяют выполнению замковых элементов. Также при производстве шпунтовых профилей происходит большая потеря металла в обрезь из-за того, что вес одного погонного метра шпунтового профиля колеблется от 75 до 105 кг, а длина дефектного участка раската может достигать нескольких метров. Описано экспериментальное исследование в лабораторных условиях деформированного состояния при прокатке сложного фасонного шпунтового профиля с помощью метода координатных сеток. По результатам экспериментального исследования получено поле перемещений металла. Приведен качественный анализ течения металла в очаге деформации, что позволяет научно обоснованно оценить факторы воздействия на деформированное состояние и понять причины наблюдаемых на практике явлений.

**Ключевые слова:** деформированное состояние, калибр, шпунтовая свая, замковой элемент, формоизменение.

**Телегин В. Е., Смирнов П. Н., Яковлева Е. Б., Денисов С. В., Голубчик Э. М. Исследования и разработка технологии производства холоднокатаной монетной ленты // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Представлены результаты освоения технологии производства холоднокатаной ленты, предназначенной для скоростной холодной вырубки монетной заготовки. Рассмотрены особенности процесса формирования показателей качества ленты при ее переработке в товарную продукцию с применением принципов технологической адаптации. В качестве наиболее значимо влияющих факторов на конечный комплекс достигаемых свойств при изготовлении монетной ленты исследованы режимы горячей прокатки рулонного подката, деформационные условия холодной прокатки и последующей термообработки, а также химический состав стали. Разработана модель технологической адаптации изготовления холоднокатаного проката в условиях многовариантной многостадийной системы – цеха ленты ОАО «ММК» (Россия).

**Ключевые слова:** холоднокатаная лента, монетная заготовка, технология производства, технологическая адаптация, алгоритм адаптации, качество проката, твердость, шероховатость.

**Измайлова М. К., Нехаев Н. Е. Исследование формоизменения металла при прокатке клиновидных профилей // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Проведены экспериментальные исследования формоизменения при прокатке клиновидных профилей из заготовок прямоугольного и круглого сечения на стане 400. При проведении опытов использовалась теория планирования эксперимента. В качестве переменных были приняты безразмерные величины, характеризующие форму образца и калибра. Проанализировано влияние этих величин на коэффициенты формоизменения. На основании экспериментальных данных получены формулы для определения коэффициентов вытяжки и уширения при прокатке клиновидных профилей из прямоугольных и круглых заготовок. Статистический анализ показал достаточно высокое соответствие опытных и расчетных данных в условиях проведенного эксперимента.

**Ключевые слова:** прокатка, экспериментальные исследования, формоизменение металла, клиновидные профили, коэффициенты вытяжки и уширения.

**Чигиринский В. В., Кресанов Ю. С., Качан А. Я., Богуслаев А. В. Исследование деформированного состояния тонкостенных профилей специального назначения // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Предложены экспериментальные исследования течения металла при прокатке тонкостенных профилей для ободьев колес грузовых автомобилей и заготовок лопаток компрессоров авиационных двигателей. Полученные результаты обобщены для условий неравномерной пластической деформации как в продольном, так и поперечном течении. Показано, что в процессе пластического формоизменения тонкостенного проката металл перемещается из областей с большим обжатием в области с меньшим, образуя линии раздела течения металла, в соответствующих направлениях. При периодической прокатке заготовок компрессорных лопаток имеют место зоны интенсивных сдвигов деформаций по высоте тонкостенного участка. Экспериментально зафиксировано снижение силы прокатки в этих зонах. В области максимального значения силы определяется линия раздела течения металла в продольном направлении.

**Ключевые слова:** ободья колес, компрессорные лопатки, течение металла, неравномерная деформация.

**Медведев В. С., Разиньков Н. А. Экспериментальное исследование уширения металла при прокатке кругов на гладкой бочке // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Представлены результаты экспериментальных исследований уширения металла при прокатке кругов от 19 до 45 мм в гладких валках диаметром 250 мм. Выполнен анализ известных формул для расчета уширения металла и дана оценка их точности. Фактическое уширение металла определяли путем замера темплетов по калибрам. Расчетное уширение определяли тремя методами: первый – расчет по методу приведенной полосы с учетом ширины заготовки, равной диаметру круга; второй – расчет по методу приведенной полосы с учетом ширины заготовки, равной длине основания сегмента, который образуется при перекрытии круга образующей валка; третий – расчет уширения по величине максимального обжатия в калибре. Наилучшую сходимость расчетных значений уширения металла с фактическими данными дает третий метод. Приведена эмпирическая зависимость уширения металла и ширины зоны контакта металла с валками от относительного обжатия. Среднеарифметическая величина относительной погрешности при расчете уширения по данной зависимости составляет – 1,4 %.

**Ключевые слова:** круг, гладкая бочка, уширение металла.

**Руденко Е. А., Фролова М. О. Исследование параметров формоизменения слябов после многократного обжатия в гладких и калиброванных вертикальных валках // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Представлены результаты экспериментальных исследований параметров формоизменения слябов в плане и поперечного сечения после многократного обжатия при редуцировании в вертикальных валках с гладкой бочкой и с тремя размерами ящичных калибров. При анализе влияния размеров ящичных калибров на параметры формоизменения использован обобщенный показатель, учитывающий глубину калибра, выпуск

ручья и ширину сляба. Установлено, что с ростом отношения ширины к толщине сляба, относительного обжатия и обобщенного показателя размеров калибра все параметры формоизменения раскатов увеличиваются, причем при многократной деформации значения данных параметров больше, чем при разовой с одинаковым суммарным обжатием. Получены адекватные зависимости для расчета параметров формы слябов в плане и наплывов металла около боковых кромок после многократного обжатия в гладких и калиброванных вертикальных валках, учитывающие влияние ширины сляба и размеров ящичного калибра.

**Ключевые слова:** сляб, многократное обжатие, калиброванные вертикальные валки, параметры формоизменения, редуцирование.

**Рудюк А. С., Антоненко А. В. Усовершенствование технологии правки рельсов для достижения современного уровня требований к прямолинейности // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Разработаны алгоритм и программа расчета режимов правки рельсов, обеспечивающие требуемую прямолинейность при минимальных деформациях выправляемых рельсов под роликами. При разработке алгоритма расчета использован принцип минимизации потенциальной энергии системы, что позволяет повысить точность расчетных данных и улучшить качество рельсов по прямолинейности. По разработанному алгоритму и программе осуществлен расчет режимов правки, которые отработаны на горизонтальной роликоправильной машине рельсобалочного цеха. На основании проведенных опытно-промышленных исследований в технологическую инструкцию ТИ 232-16-2009 (разработанных и утвержденных взамен ТИ 232-16-2004) внесены изменения, касающиеся настроечных прогибов для термоупрочненных рельсов типа Р65 при правке их в плоскости большей жесткости.

**Ключевые слова:** рельсы, алгоритм, программа, неровности, режимы правки, роликоправильная машина, прямолинейность, остаточные напряжения, деформация, смещение роликов.

**Смирнов Е. Н., Ручко В. Н., Демченко Д. О. Исследование особенностей изменения пространственной геометрии жидко-твердой составляющей непрерывнолитой сортовой заготовки с использованием нового способа обжатия на стадии кристаллизации // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Выполнен анализ существующих технологических решений и конструктивных особенностей устройств, применяемых для реализации способа «мягкого» механического обжатия в условиях современных сортовых МНЛЗ зарубежных и отечественных предприятий. Выявлено наличие оптимальных условий осуществления «мягкого» механического обжатия, предотвращающих образование внутренних трещин и ведущих к значительному улучшению внутреннего строения заготовки. Предложен способ циклического «мягкого» механического обжатия непрерывнолитой сортовой заготовки, включающий два этапа деформации в блоке обжимных клетей, состоящего из двух сегментов, каждый из которых состоит из двух пар валков, последовательно расположенных по ее длине в зоне окончательного затвердения. Проведено исследование особенностей изменения пространственной геометрии жидко-твердой составляющей непрерывнолитой сортовой заготовки на стадии ее кристаллизации. Получена математическая модель, описывающая связь факторов деформации с исследуемыми параметрами заготовки.

**Ключевые слова:** «мягкое» циклическое обжатие, блок обжимной клетки, непрерывнолитая заготовка, пространственная геометрия.

**Гогаев К. А., Калуцкий Г. Я., Воропаев В. С., Колпаков А. С. Совершенствование процесса прокатки металлических порошков за счёт использования скоростной асимметрии рабочих валков // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Исследованы силовые и угловые параметры асимметричной прокатки порошков железа, титана и алюминиевых гранул на валках разного диаметра, вращающихся с одинаковой угловой скоростью. Рассогласование окружных скоростей рабочих валков при асимметричной прокатке составляло от 12 % до 42 %. Установлено, что контактное нормальное напряжение при асимметричной прокатке на валке большего диаметра всегда меньше, чем на валке меньшего диаметра независимо от рассогласования окружных скоростей валков и прокатываемого материала. Показано, что рассогласование окружных скоростей валков создаёт условия для снижения силовых параметров и активации сдвиговых процессов в очаге деформации. Чтобы создать такие условия рассогласование скоростных параметров рабочих валков должно быть не менее 20 %.

**Ключевые слова:** прокатка, металлический порошок, гранулы, асимметрия.

**Панченко А. И., Тумко А. Н., Мильчев В. В., Сальников А. С. Развитие технологических основ деформационного передела порошковых инструментальных сталей // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

На ПАО «Днепроспецсталь» освоено производство проката и поковок из порошковых быстрорежущих и штамповых сталей более 60 марок: освоена прокатка прутков диаметром до 95 мм, освоено производство круглых поковок диаметром до 410 мм, для отдельных штамповых сталей круглых поковок диаметром до



560 мм, квадратных со стороной квадрата до 350 мм, прямоугольных поковок с шириной поперечного сечения до 600 мм со строганой поверхностью; освоено производство шайб диаметром до 750 мм с обточенной поверхностью. Благодаря высокой пластичности порошковых сталей и реконструкции блюминга с увеличением диаметра валков с 950 мм до 1050 мм и мощности двигателей с 2500 кВт до 3500 кВт увеличили единичные обжатия при прокатке прессовок на обжимном стане и уменьшили число проходов на гладкой части бочки валка с 12 до 6. За счет этого уменьшилась торцевая обреза на 3–4 %.

**Ключевые слова:** карбидная неоднородность, ковка, прокатка, порошковые стали, прессовка, пластичность, температура деформации, обточка, уков, твердость.

**Головченко А. П., Беликов Ю. М., Пилипенко С. В. Исследование влияния способа подачи и поворота заготовки на точность труб при холодной пильгерной прокатке на станах ХПТ // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Результаты промышленного эксперимента по исследованию изменения наружного диаметра по длине труб в процессе их холодной прокатки с различными режимами выполнения подачи и поворота заготовки в переднем и заднем положении клетки (режим 1 – подача в заднем положении клетки + поворот в переднем; режим 2 – подача в заднем положении клетки + поворот в переднем и заднем положениях клетки; режим 3 – подача в переднем и заднем положениих клетки + поворот в переднем; режим 4 – подача в переднем и заднем положениях клетки + поворот в переднем и заднем положениях клетки) показали, что из опробованных схем наиболее приемлемой с точки зрения получения точного наружного диаметра являются схемы: подача в заднем положениях клетки + поворот в переднем и заднем положениях клетки и подачи в переднем и заднем положениях клетки и поворотом в переднем и заднем положениях клетки. При этом схема с двойной подачей и двойным поворотом (при условии равенства линейного смещения металла за двойной ход) за счет применения меньшей развалки калибров и получения значительно более точных труб по стенке является более предпочтительной.

**Ключевые слова:** холодная прокатка труб, двойная подача и поворот, диаметр, волнистость труб.

**Скачков В. А., Бережная О. Р., Оверчук О. Р., Колобов Г. А. Исследование кристаллизации трубок малого диаметра из алюминиевых сплавов прецизионной точности // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Рассмотрен комплекс вопросов, связанных с обеспечением прецизионной точности тонкостенных алюминиевых трубок. Получены дифференциальные уравнения процесса охлаждения расплава алюминия в условиях непрерывной разливки трубок. Из решения системы получены конечные соотношения, устанавливающие распределения температуры по длине кристаллизатора и кристаллизуемого расплава. Получены статистические параметры распределения толщины и осевой линии трубок, прошедших процесс волочения в безоправочном режиме на неподвижной и подвижной оправках. Установлены условия, обеспечивающие технологические требования на устранение кривизны осевой линии.

**Ключевые слова:** безоправочное волочение, кристаллизатор, алюминиевые сплавы, непрерывная разливка, прецизионная точность.

**Обдул Д. В., Широкобоков В. В., Обдул В. Д., Засовенко А. В. Использование компактных механизмов в механических прессах при коэффициенте шатуна равном единице // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Рассматривается вопрос дальнейшего повышения эффективности кривошипных прессов путем использования дифференциально-зубчатого механизма в главном приводе пресса с использованием движения сателлитов, что дает возможность получить движение ползуна на участке рабочего хода с уменьшением времени контакта инструмента и заготовки или замедлением хода для обеспечения оптимальных условий протекания технологического процесса, кроме того рассмотрены вопросы создания механических прессов с компактным (бесшатунным) приводом, что позволит снизить высоту пресса, уменьшить шум и увеличить жесткость пресса приведенную, а также разработано техническое решение, позволяющее применять главный исполнительный механизм в вытяжных прессах двойного действия и в гвоздильных прессах-автоматах.

**Ключевые слова:** сила, пресс, радиус кривошипа, жесткость пресса, высота пресса.

**Рей А. Р., Сумской В. И. Параметры прямого холостого хода бесшаботного гидравлического молота при увеличенной массе нижней бабы // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Разработана математическая модель, уравнения движения баб, определены уровни повышения давления в гидробаке, определена энергия удара бесшаботного гидравлического молота с увеличенной массой нижней бабы. Показано, что перемещения баб описываются уравнением параболы, на которое накладывается гармоническая составляющая содержащая  $\cos$ -функцию. Показано, что повышение давления в гидробаке при прямом холостом ходе существенно зависит от площади плунжеров, которая определяется по принятому значению статического давления жидкости в гидробаке. Определена энергия удара бесшаботного молота с заданными параметрами.

**Ключевые слова:** молот, шабот, ускорение, энергия, давление.

**Маковей В. О., Бородий Ю. П., Проценко П. Ю. Расчетный анализ напряженно-деформированного состояния режущих элементов разделительных штампов // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Проведена оценка методом конечных элементов параметров процесса резания листовых материалов: усилие, контактные давления на режущие кромки и силы трения, которые на них действуют, а также распределение напряжений в режущих элементах разделительных штампов. Эти параметры зависят от диаметра пуансона, толщины материала, зазора между пуансоном и матрицей, механических свойств материала. Установлено, что влияние зазора оказывается наибольшим для касательных напряжений, напряжения вдоль оси пуансона мало зависят от зазора. Уменьшение интенсивности напряжений  $\sigma_t$  на контактных поясах пуансона и матрицы около режущих кромок, а, соответственно, снижение удельных локальных усилий на режущие кромки, способствует повышению их стойкости. Установлено, что чем меньше значение соотношения  $Dn/S$ , тем больше будут напряжения в осевой зоне пуансона.

**Ключевые слова:** напряженно-деформированное состояние, вырубка, пробивка, разделительные штампы, режущие кромки, изнашивание, усилия.

**Мовшович А. Я., Дерябкина Е. С., Ищенко М. Г., Федосеева М. Е. Повышение износостойкости направляющих элементов штамповой оснастки методом эпиламирования // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Процесс изнашивания направляющих элементов штамповой оснастки по скорости элементарных актов разрушения относится к медленному процессу, являющемуся следствием циклического воздействия усилия штамповки на микровыступы трущихся поверхностей. Разрушение поверхностных слоев трущихся деталей связано с возникновением усталостных трещин и отделением микроскопических чешуек металла или его окислов. Большие удельные давления в направляющих элементах системы вызывают разрыв граничной пленки, в результате чего происходит молекулярное схватывание металлов, износ и разрушение микронеровностей и их пластическое деформирование. Приведены результаты работы по исследованию возможности повышения износостойкости направляющих элементов штампов нанесением покрытий поверхностно-активных веществ методом эпиламирования. Установлено, что при этом обеспечивается увеличение ресурса работы штампов и снижение износа деталей трущихся пар, а также устраняется операция их смазки.

**Ключевые слова:** разделительные штампы, система направления, эпиламирование, микронеровности, износостойкость, термообработка, азотирование, надежность, долговечность.

**Большаков В. И., Вернев В. В., Юнаков А. М. Развитие промышленных исследований динамических процессов в прокатных станах // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Приведены новые результаты исследований переходных процессов на действующих прокатных станах, выполненные в последние годы. Показана высокая информативность измерений момента сил упругости и вибраций оборудования вдоль линии привода и возможность разработки новых методов диагностирования технического состояния оборудования. Предложено использовать коэффициент динамичности, время запаздывания реакции участков линии привода, частоту и период колебаний и коэффициенты вариации для диагностирования технического состояния шпинделей, шестеренной клетки, зубчатых муфт и редуктора. Приведены примеры нового представления для каждой полосы обработанных результатов измерений момента во времени, в виде его распределения и в виде массивов точек динамического и статического моментов. Показано, какие можно делать выводы относительно стабильности технологии и работы оборудования.

**Ключевые слова:** прокатный стан, линия привода, динамические процессы, новые методы диагностирования.

**Воробей С. А., Бадюк С. И. Основные направления развития сортовых литейно-прокатных агрегатов и комплексов // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Проанализированы основные направления развития сортовых литейно-прокатных агрегатов и комплексов: реализация технологии прямой прокатки; совмещение МНЛЗ и прокатного стана с помощью технологии горячего посада непрерывнолитой заготовки в печь прокатного стана; переход на индукционный нагрев металла; снижение температуры заготовок перед входом в прокатный стан. На основе анализа энергосиловых и скоростных параметров разливки-прокатки приведены основные схемы ЛПА/ЛПК для производства мелкосортного проката: схемы с прямым совмещением МНЛЗ и прокатного стана с использованием индукционных нагревательных установок; условно-совмещенная схема с использованием пламенных печей; условно-совмещенная схема с использованием индукционных нагревательных установок.

**Ключевые слова:** литейно-прокатный агрегат, литейно-прокатный комплекс, МНЛЗ, прокатный стан, производительность, индукционный нагрев.

**Коновалов Ю. В., Хохлов А. С. Расчет теплового режима печной моталки стана Стеккеля // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Предложена новая методика расчета нагрева полосы смотанной в рулон на барабан печной моталки стана Стеккеля, которая позволяет сделать вывод о целесообразности применения станов Стеккеля и печных моталок новой конфигурации, которые поддерживают температуру прокатки в строго заданном уровне

и исключают раскатные рольганги большой длины. Предложенная методика учитывает: передачу тепла полосе от печи с помощью излучения, передачу тепла полосе от оправки с помощью теплопроводности и передачу тепла теплопроводностью между витками рулона. По разработанной методике был сделан расчет нагрева полосы в печной моталке. Этот расчет показал целесообразность использования печной моталки с полной смоткой полосы для дальнейшего её подогрева, т. к. подогрев осуществляется по концам полосы. За счет этого подогрева происходит восстановление теплового баланса по всей длине.

**Ключевые слова:** температура, валок прокатный, барабан моталки, рулон, полоса, проход, виток.

**Николаев В. А., Васильев А. А. Перекрещивание валков в клети кварто при помощи клиновых устройств // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

На основе известных уже разработок предложен способ перекрещивания верхней и нижней пар валков, который может быть применен в клетях непрерывного широкополосного стана независимо от наличия других устройств и способов воздействия на межвалковый зазор и, следовательно, на поперечный профиль полосы. В предлагаемом способе клиновые устройства устанавливаются между подушками опорных валков и стойками станины со стороны входа (выхода) полосы в валки непрерывного стана. При этом нижняя пара валков выполняется такой же конструкции или как и в известных клетях кварто.

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

**Драгобецкий В. В., Шаповал А. А., Савелов Д. В., Маркевич А. Г. Опытнo-промышленный стан для бесконтейнерного вибрационного прессования вольфрамовых и молибденовых прутков // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Для обработки малопластичных прутков из тугоплавких металлов и их композитов разработано и применено в качестве самостоятельного процесса обработки давлением бесконтейнерное вибрационное прессование (БВП). Процесс позволяет обрабатывать заготовки, не поддающиеся волочению из-за низкой пластичности. Описано устройство разработанного опытнo-промышленного стана для бесконтейнерного вибрационного прессования вольфрамовых и молибденовых прутков, устройство гусеничного тягового органа, вибродеформирующий узел, обеспечивающий противофазные колебания, подающего органа и деформирующего инструмента – волоки. Приведена кинематика взаимодействия системы «зажим – волока», разработан новый клиновый зажим для металла, позволяющий осуществлять деформирование металла, нагретого до высоких температур. Приведены технические характеристики нового опытнo-промышленного стана БВП.

**Ключевые слова:** стан, вибрационное прессование, пруток, матрица, металл, очаг деформации, процесс, металл.

**Петренко А. С. Оценка возможности и целесообразности применения прокатных валков с длиной бочки рабочих большей, чем опорных // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Основной характеристикой листовых станов является длина бочек рабочих валков. Она определяет сортамент стана по размерам прокатываемых полос и листов, а также другие его основные параметры. На основе математического моделирования упругой деформации валков и межвалковых давлений, были проанализированы условия контактного взаимодействия рабочих и опорных валков четырехвалковой клети. Показана возможность увеличения бочки рабочих валков с 3100 до 3400 мм при сохранении существующей длины бочки опорных валков 2980 мм на толстолистовом стане 3000, без ухудшения условий работы системы: опорный – рабочий валок. Удлинение бочки рабочего валка позволяет расширить сортамент стана с обеспечением требований, предъявляемых к плоскостности и поперечной форме листового проката.

**Ключевые слова:** рабочие валки, деформация валков, межвалковые давления, толстолистовой стан.

**Сатонин А. В., Настоящая С. С., Присяжный А. Г. Развитие инженерных методов расчета напряженно-деформированного состояния валкового узла четырехвалковых рабочих клетей широкополосных станов // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 4 (33).**

Проанализированы широко распространенные инженерные математические модели показателей напряженно-деформированного состояния валкового узла клетей кварто станов горячей и холодной прокатки относительно тонких полос, выявлены наиболее существенные недостатки указанных моделей. Предложена усовершенствованная инженерная методика определения величины прогибов осей опорных валков, учитывающая неравномерность распределения по длине их бочки межвалкового давления и изгиб рабочих валков. На основе теоремы Кастильяно разработана инженерная методика расчета упругих деформаций опорных валков, учитывающая неравномерность распределения межвалковой погонной нагрузки и принудительный изгиб рабочих валков. Представлены результаты использования разработанной методики и намечены дальнейшие пути ее совершенствования.

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

---

## АНОТАЦІЇ

---

**Минаєв О. А., Коновалов Ю. В. Сполучення технологічних процесів – один з головних напрямків розвитку металургії // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Основний напрямок роботи – аналіз результатів реалізації суміщення процесів на ділянках: сталь-прокат і холоднокатаний переділ листової продукції, а також пропозиція нової технологічної схеми металургійного підприємства майбутнього, що базується на максимальному суміщенні операцій і процесів. Виконаний аналіз показав, що найбільш активно реалізація сполучення технологічних процесів відбувається при виробництві гарячекатаних смуг і листів. У світовій практиці успішно реалізовані різні типи ливарно-прокатних агрегатів для прокатки гарячекатаних смуг товщиною 0,8–16 мм практично з будь-яких марок сталі й різного призначення. Представлено схему металургійного підприємства майбутнього, що базується на процесах «Corex» і «Midrex», валкових ливарно-прокатний агрегатів й комплексі сполучених процесів виробництва холоднокатаного листа.

**Ключові слова:** сполучений процес, ливарно-прокатний агрегат, металургія, прокат, кліть, стан, катанка, профіль, травлення, відпалювання, дресування, продукція.

**Василевський О. В., Грушко О. В., Кухар В. В. Вплив величини подачі на кінематичні й енергосилові характеристики при протягуванні заготовок у комбінованих бійках // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Виконано скінчено-елементне моделювання найбільш енергоємних режимів обтискування циліндричних заготовок (зливків) у комбінованих бійках при протягуванні із різними величинами відносних подач. З точки зору рішення прикладної виробничої задачі розглянуті кінематичні й енергосилові параметри процесу ковальського протягування циліндричних заготовок у нижньому вирізному радіусному та верхньому плоскому бійках, які встановлені на ковальському пресі у ковальсько-пресовому цеху підприємства. Отримані графічні та аналітичні залежності приведеної сили деформації, приведеної роботи деформації та відносної витяжки від значень відносних подач та величин обтискування при досліджуваних умовах. На основі проведених досліджень дані рекомендації з вибору режимів кування валів.

**Ключові слова:** кування валів, протягування заготовок, комбіновані бійки, приведена сила деформації, приведена робота деформації, відносна витяжка заготовки, відносна подача, обтискування.

**Чигиринський В. В., Плахотнік В. В., Шейко С. П. Особливості динамічних задач в обробці металів тиском // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

В обробці металів тиском мають місце динамічні задачі теорії пружності та пластичності. Виникає необхідність розробки математичної моделі пружного руху розподілених мас в умовах короткочасного пластичного напруження. Показане рішення хвильового рівняння теорії пружності і його послідовне ускладнення в аналітичному вигляді. Поміж аргументами тригонометричних функцій є співвідношення в диференціальній формі, які визначають умови знаходження цих рішень. Обмеження, що накладаються на аргументи тригонометричних функцій вказують, на їх відсутність при визначенні порядку залежностей аргументів функцій. Для рішення задачі головним є задовільнення існуючих умов. Це розширює його можливості.

**Ключові слова:** ОМТ, динаміка, хвильове рівняння, відношення між аргументами тригонометричних функцій, аналітичне рішення.

**Абхарі П. Б., Патик О. В. Формозміна трубчастої заготовки в процесі роздачі // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розглянуто процес роздачі на оправці трубчастої заготовки. Досліджено формозмінення в процесі роздачі методом скінчених елементів. Встановлено допустимий діапазон, при якому не спостерігається утворення гофрів. Знайдено максимальну критичну довжину трубчастої заготовки. Представлені розподілення інтенсивності деформацій трубчастих заготовок з різною відносною довжиною. Встановлено, що осередок деформацій розташовано на ділянках контакту інструмента та заготовки, а саме в зонах найбільшого дефектоутворення. Представлено графік залежності відносної товщини заготовки від відносної довжини. Даний графік дозволяє у виробничих умовах визначити максимальну і мінімальну критичну довжину трубчастої заготовки.

**Ключові слова:** трубчаста заготовка, процес роздачі, інтенсивність деформацій, метод скінчених елементів.

**Одинцов О. М., Григоренко В. У. Використання кінцево-елементного моделювання об'ємного штампування для прогнозування появи браку // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

При виконанні аналізу технології об'ємного штампування заготовок складної форми з використанням програмних комплексів моделювання процесів обробки металів тиском, ґрунтованих на методі кінцевих елементів, визначена оптимальна конфігурація заготовки за допомогою відслідковування траєкторій руху контрольних точок у небезпечних перетинах заготовки. Виявлені причини утворення дефектів штамповок деталей складної форми, успадкованих з вихідної заготовки. Розроблена нова конфігурація вихідної заготовки та виконане

доопрацювання кувальної оснастки для рівномірного розподілу металу при штамповці на дзеркалі штамп. Виконана розробка нового технологічного процесу отримання заготовок з виконанням підготовчої операції на ГKM, що забезпечує низький відсоток бракованих заготовок.

**Ключові слова:** об'ємне штампування, оптимізація технології, метод кінцевих елементів, плин металу, траєкторії переміщення.

**Чигиринський В. В. Інваріанти в рішеннях задач механіки деформованого твердого тіла // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Поставлена і вирішена плоска задача теорії пластичності та пружності в аналітичному вигляді з використанням тригонометричних та експоненціальних функцій. Розглянуті диференціальні рівняння для напружень, деформацій теорії пластичності та пружності. В теоріях визначаються загальні підходи, пов'язані з перетвореннями в процесі рішення. Функції, які задовольняють системам рівнянь механіки деформованого твердого тіла, є гармонійними функціями. Зазначені однакові співвідношення поміж функціями в диференціальній формі, які задовольняють необхідним системам. Прораховано симетричне навантаження штаби при пластичній деформації. Показана відповідність відомого рішення в пружній зоні як окремого випадку, так і передбачуваного.

**Ключові слова:** пластичність, пружність, інваріанти, гармонійні функції, замкнуте рішення.

**Дубина В. І., Широкобоков В. В., Бичевий О. Ф., Засовенко А. В. Методика побудови графіків зусилля деформування при холодному витискуванні // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розглянута побудова графіка зусилля видавлювання деталей, що мають крупні габарити, на механічних пресах. Для побудови графіка зусилля деформування необхідно визначити істинний опір та відносно подовження деформації в характерних очках. Для аналізу процесу зворотного витискування було застосовано енергетичний метод. Для того щоб отримати необхідні для практичного застосування розрахункові формули, в вихідних рівняннях приймалась умова, що інтенсивність напружень постійна по всьому об'єму донної області, що деформується. Фактичне зміцнення деформації металу враховувалося відповідною корекцією та введенням опосередкованої величини опору деформації. Отримана форма графіка дозволяє істотно поліпшити енергетичні розрахунки та розрахунки на міцність пресів.

**Ключові слова:** зусилля, витискування, зусилля деформації, прес, відносно подовження.

**Огородніков В. А., Грушко О. В., Деревенько І. А. Моделювання процесів обробки тиском на основі гіпотези про силову і кінематичну подібність параметрів деформування // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розроблено методику розрахунку силових і деформаційних параметрів процесів обробки металів тиском для матеріалів будь-якої реології (модельні матеріали) на основі деформаційних і силових характеристик для матеріалів з відомою реологією (натурні матеріали), засновану на гіпотезах про кінематичну подібність і подібність шляхів деформування. Запропонована методика дозволяє розширити можливості моделювання напружено-деформованого стану на базі експериментально-розрахункових методів для випадків, коли завдання додаткових умов ускладнено. Проведена експериментальна перевірка зазначеної гіпотези для процесів видавлювання. Висунуто припущення про силову подібність процесів обробки металів тиском. З використанням даної гіпотези можна розрахувати деформуючу силу натурального матеріалу на основі даних зусиль для двох модельних матеріалів.

**Ключові слова:** моделювання, натурний зразок, модельний зразок, видавлювання, гіпотеза, напружено-деформований стан.

**Грибков Е. П., Данилюк В. О. Дослідження локальних та інтегральних характеристик напружено-деформованого стану металу при ущільненні порошкового сердечника в металевій оболонці // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розроблено математичний апарат для визначення локальних і інтегральних характеристик напружено-деформованого стану при реалізації процесу первинної (ущільнюючої) прокатки порошкового сердечника в металевій оболонці різного перетину, який дозволяє з більшою точністю спрогнозувати енергосилові параметри, геометричні і фізико-механічні характеристики при прокатці порошкової електродної стрічки. Також отримано залежності для вирішення і визначення пружних прогинів різних металевих оболонок в процесі прокатки порошкової стрічки в оболонці. Встановлено, що значення пружного прогину залежить від форми і розмірів металевої оболонки.

**Ключові слова:** стрічка електродна порошкова, модель математична, вогнище деформації, прокатка, прогин пружний.

**Максименко О. П., Лобойко Д. І. Аналіз граничних умов прокатки з урахуванням поздовжніх сил деформованого металу // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Проаналізовані питання про рівновагу в осередку деформації з урахуванням поздовжніх сил пластично деформуючого металу. На основі аналізу контактних напружень, поточної горизонтальної сили, що виникає під дією внутрішніх напружень, і її середнього значення, розроблена методика оцінки поздовжньої стійкості процесу прокатки. У випадку, якщо результуюча сил є стискаючою, то прокатка протікає в стійкому режимі, якщо – розтягуючою, стійкий процес неможливий, і при нульовому значенні результуючої – наступають граничні умови деформації. Розрахунковим шляхом встановлено, що процес прокатки може обриватися при наявності випередження. Адекватність теоретичних результатів підтверджена порівнянням з відомими експериментальними даними.

**Ключові слова:** стійкість, методика, епюра, напруження, сила, кут нейтрального перетину, рівновага, оцінка, осередок деформації, штаба.

**Сатонін О. В., Бережний М. М., Коренко М. Г., Староста Н. В. Математичне моделювання напруг, деформацій і точності геометричних характеристик при гарячій прокатці смуг і стрічок у попередньо напружених чистових робочих клітках // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Виконано аналіз конструкцій механізмів по створенню попередньої напруги різного виконання, а також представлені результати чисельної реалізації отриманих теоретичних рішень і розрахункові розподіли окремих складових, обумовлених впливом, відповідно, вихідної товщини, величини попереднього міжвалкового зазору й результуючої різнотовщинності гарячекатаних стрічок, при прокатці в попередньо напружених чистових робочих клітках. Запропонована технологія створення попередньої напруги в чистовій робочій клітці й обґрунтована можливість широкого використання комбінованого гідромеханічного натискного механізму. Що дозволить малопотужним електромеханічним натискним механізмам чистових робочих клітей працювати в системі автоматичного регулювання товщини, відпрацьовуючи, зокрема, низькочастотні складові стохастичної зміни вихідної товщини й температури смуг і стрічок, що прокатуються.

**Ключові слова:** подушки валків, інженерні методи розрахунків, механічне устаткування, прокатний стан, автоматичне регулювання.

**Рудь В. Д., Смолянкін О. О. Використання кластеризації даних для побудови нечіткої моделі впливу тиску і кручення на зміну довжини деталей // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розглянуто математичний апарат теорії нечітких множин, який дозволяє побудувати модель об'єкта, базуючись на нечітких правилах. В якості розбиття даних для використання нечіткої моделі використана кластеризація даних. Для кластеризації використовувався набір зі 110 експериментальних даних: вхідні – тиск і кручення та вихідні – зміна довжини. Була побудована модель, отримані функції приналежності та поверхня нечіткого виводу. Нечіткий підхід дозволяє приймати рішення при дослідженні впливу пористості на механічні властивості мідних порошкових матеріалів і підвищити рівень інформації про процес на підставі суб'єктивних оцінок експертів. Отримані результати адекватні реальним об'єктам і можуть використовуватись для дослідження властивостей пористих матеріалів.

**Ключові слова:** нечітка логіка, кластеризації даних, вибірка, функції приналежності, поверхня нечіткого виводу.

**Грінкевич В. О., Чухлеб В. Л., Тумко А. Н., Ашкелянец А. В. Управління якістю поковок відповідального призначення в умовах ПАТ «Дніпроспецсталь» // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розглянуті можливості керування впливом технологічних параметрів вільного кування на якість отриманої продукції при виробництві поковок відповідального призначення в умовах ПАТ «Дніпроспецсталь». Представлені переваги прогнозування та управління якістю металопродукції на рівні підприємства, а саме підвищення ефективності ковальсько-пресового виробництва, внаслідок формування необхідної якості і технологічних властивостей металу при мінімальній собівартості. Для цього метою досліджень ставиться визначення залежностей, які розкривають взаємозв'язок конкретних режимів кування і показників пластичних та міцнісних властивостей одержуваних поковок, а також зміну структури під впливом обраних режимів деформації.

**Ключові слова:** якість, властивості, залежність, кування, заготовка, інструмент, поковка.

**Белевітін В. А., Смирнов Є. М., Синицин А. А., Коваленко С. Ю. Підстави для потреби урахування недосконалості ковальського зливка під час проектування процесу під час процесу кування на пресах // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Наведені результати промислових досліджень впливу макроструктури та хімічної неоднорідності ковальських зливок масою 5,6 т, 8 т та 10 т зі сталі 45 на досягнення потрібного рівня якості металу поковок валів діаметром більш ніж 260–280 мм. Встановлено, що для зливок поточного виробництва характерна значна хімічна неоднорідність. Крім того, аналіз результатів механічних властивостей поковок на зразках від проб з осьової зони піддодаткової частини зливок (зони V-подібної ліквациї) та від проб на відстані 1/3 від поверхні поковок, а також піддодаткової частини (зони  $\Lambda$ -подібної ліквациї) виявляють значну їх залежність від ураженості зливка внутрішніми дефектами, включаючи хімічну неоднорідність, яка особливо чітко виявляється у тангенціальному напрямку. Виявлені особливості впливу структурної і хімічної неоднорідності на якість металу поковок закладають основу для цілеспрямованого конструювання технології кування для безумовного забезпечення вимог міжнародних стандартів.

**Ключові слова:** ковальський зливок, макроструктура, хімічна неоднорідність, ліквация, механічні властивості, щільність, кування.

**Гулько І. В. Впровадження технологічного процесу вальцювання заготовок із алюмінієвих сплавів під подальше штампування із застосуванням підготовчих ривчаків // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розглянута технологія вальцювання заготовок із алюмінієвих сплавів, при якій застосовуються підготовчі ривчаки. Відзначено, що в результаті аналітичних та експериментальних досліджень застосування попереднього процесу вальцювання можливо забезпечити: зниження трудомісткості виготовлення штампованих поковок; збільшення коефіцієнту використання заготовки (КВЗ); економію енергоресурсів; поліпшення структури та підвищення якості штампованих поковок за рахунок забезпечення рівномірної деформації по перерізах поковки.

Всебічний аналіз (макро-, мікро-) механічних властивостей вальцьованих заготовок і штампованих поковок, виготовлених з них, показав відповідність якості вимогам технічної документації. Наведено техніко-економічні показники застосування в технологічному процесі об'ємного штампування процесу вальцювання і підготовчих рівчаків.

**Ключові слова:** підготовчий рівчак, чистовий рівчак, штампування, вальцювання, дефект, нагрівання, калібри.

**Кухар В. В. Методика врахування зминання торцевих ділянок заготовки при проектуванні технологій на основі поздовжнього згинання // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

З точки зору розвитку бесштампових технологій наближення форми заготовок до конфігурації поковок із зігнутою віссю, що одержують об'ємним штампуванням або куванням, обґрунтована доцільність підготовчого профілювання поздовжнім згинанням. Уточнено методику розрахунку розмірів вихідної заготовки, яку профілюють поздовжнім згинанням, із врахуванням викривлення торцевих ділянок та забезпечення заповнення металом дальніх ділянок гравюри штампа для виробництва поковок із зігнутою віссю та відростками. Розроблено методику контролю зминання торців заготовок шляхом порівняння із величинами граничних відхилень виробу для випадку фінішної деформації поздовжнім згинанням. В основу розробок покладено аналітичний розгляд геометричної задачі деформування торців; результати розробок використані у виробничих умовах.

**Ключові слова:** заготовка, поздовжнє згинання, зминання торців, методика врахування, поковки із зігнутою віссю, профілювання, штампування.

**Снітко С. О., Яковченко О. В. Механізм виправлення асиметрії при штампуванні колісних заготовок // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Стосовно до технології штампування колісних заготовок, що мають обід диск і ступицю, шляхом скінчено-елементного моделювання встановлено механізм виправлення асиметрії використовуваних в цьому процесі осаджених і розігнаних заготовок і їх асиметричного укладання в формувальні штампи. На цій основі вдосконалено технологію, що забезпечує усунення як зміщення осі заготовки відносно осі формувальних штампів, так і асиметрії самої заготовки. Застосування запропонованої технології дозволить виготовляти вісесиметричні колісні заготовки і, відповідно, – стабілізувати розміри штампованих або штамповано-катаних залізничних коліс, а також зменшити витратний коефіцієнт металу.

**Ключові слова:** асиметрія, осаджена і розігнана заготовка, колісна заготовка, формувальні штампи, скінчено-елементне моделювання.

**Аргат Р. Г., Пузир Р. Г. Шляхи управління полем напружень в операціях листового штампування // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Проаналізовано деякі процеси обробки металів тиском (гнуття, профілювання листових заготовок, витягування) з накладенням додаткових впливів на осередок деформації з метою пом'якшення схеми напруженого стану і найбільш повного використання пластичності матеріалу. Наведено різні схеми і приклади операцій із зміненими параметрами зовнішнього навантаження для забезпечення точності виробів, зменшення числа штампувальних переходів, підвищення коефіцієнта використання металу, полегшення конструкцій за рахунок усунення локалізації деформацій у небезпечних перерізах заготовки. Розглянуто недоліки існуючих сучасних технологічних рішень, спрямованих на інтенсифікацію виробництва, зроблено висновок на зміщення акценту нових розробок у бік спрощення конструкцій оснащення та обладнання з метою отримання найбільшого економічного ефекту.

**Ключові слова:** інтенсифікація, оснащення, обладнання, витягування, гнуття, профілювання, заготовка.

**Калюжний О. В., Калюжний В. Л., Стеблюк В. І., Вихованець І. В. Вплив відносної товщини заготовки на формоутворення виробів при традиційному обтиску та обтиску з диференційованим протитиском в кінчній матриці // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Методом скінчених елементів вивчено вплив відносної товщини заготовки на формоутворення виробів при традиційному обтиску і обтиску в кінчній матриці з диференційованим протитиском рідиною на внутрішню поверхню стінки заготовки. Обтиску підлягали деталі, які отримані витягуванням. Проведено порівняння результатів розрахунку. Прикладання протитиску приводить до суттєвого підвищення ступеня деформації при обтиску за рахунок зменшення або виключення утворення пластичних деформацій в донній частині заготовки і втрати стійкості бокових стінок. Визначені енергосилові режими деформування і розміри виробів після обтиску. Показана можливість отримань виробів з горловиною однакових розмірів із заготовок різної товщини.

**Ключові слова:** обтиск традиційний і з протитиском, відносна товщина заготовки, зусилля обтиску, кінцеві розміри виробів, коефіцієнт обтиску.

**Пузир Р. Г., Троцько О. В., Черкащенко В. Ю. Вплив геометричних параметрів циліндричної заготовки на пружно-деформований стан при роздачі кінчними пуансонами // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Дослідження спрямовані на зменшення інтенсивності деформування на наступних переходах профілювання з метою забезпечення мінімальної різнотовщинності ободів коліс. Проведені теоретичні дослідження щодо визначення згинального моменту, який діє на ділянці вільного вигину при роздачі кінчними пуансонами циліндричної заготовки. Показано, що для визначення величини напружень, що діють в меридіональному напрямку необхідно приймати до уваги геометрію заготовки й виходити з положень безмоментної теорії оболонки і додаванням крайового ефекту, який враховує вплив згинального моменту на розподіл напружень. Результати досліджень

дозволяють зробити висновок, що розподіл згинального моменту на утворюючої циліндричної поверхні носить затухаючий коливальний характер, а виникнення втрати стійкості відбувається внаслідок дії коливального навантаження на виході з ділянки вільного вигину.

**Ключові слова:** обід, пуансон, напруження, деформація, роздача, згинальний момент, інтенсивність деформування.

**Крась М. В., Красва В. С., Гринкевич В. О., Шевченко Т. М. Підготовка експериментального дослідження штамповки із застосуванням слабого магнітного поля // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Описано спосіб обробки металів з використанням постійного зовнішнього магнітного поля. Наведені схеми впливу магнітного поля при деформації. Запропоновані можливі конструктивні способи зміни діючої установки, які приведуть до підсилення впливу магнітного поля в зоні деформації. Розглянуто способи експериментальних досліджень при зміні напрямку дії магнітного поля, що визначає напрямок індукції магнітного поля відносно напрямку деформації і, як наслідок, впливає на напружений стан металу. Описано вплив магнітного поля на феромагнітний зразок. Представлено передбачуваний ефект при впливі підсиленого магнітного поля на парамагнітні аустенітні сталі.

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

**Рябічева Л. О., Білошицький М. В. Вплив температури штампування на динамічне знеміцнення та руйнування порошкових матеріалів // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Наведені результати дослідження мікроструктури, поверхонь руйнування та фізико-механічних властивостей мідно-титанових порошкових матеріалів електротехнічного призначення. Встановлена дрібнозерниста структура після попереднього деформування порошкової пористої заготовки при підвищених температурах. Міцність зберігається на високому рівні, питомий електроопір низький. Деформаційне знеміцнення та наявність пористості впливають на характер руйнування порошкового матеріалу. Порошкові мідно-титанові матеріали пористістю 2,8–6,1 % після деформування в умовах динамічного знеміцнення рекомендуються для використання як електротехнічні матеріали.

**Ключові слова:** електротехнічний порошковий матеріал, штампування, температура, мікроструктура, механічні властивості, фрактограми зламів, щільність, електроопір.

**Боровік П. В. Теоретичний аналіз бокової сили при гарячому різанні паралельними ножами // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Виконано теоретичний аналіз процесу розділення металу в ході гарячого різання на ножицях з метою розширення уявлення про протікання процесу і оцінки бокового зусилля, що діє на ножі. Розроблена скінчено-елементна модель процесу гарячого різання на ножицях і отримано задовільний збіг при порівнянні результатів моделювання і експериментальних даних. Виконана оцінка бічного зусилля, що діє на ножі при різних температурах. Відмічено, що в процесі гарячого різання паралельними ножами бічне зусилля на ножі істотно відрізняється від відомих уявлень і потребує уточнення та врахування при розрахунках навантажень на обладнання. Вказується, що зі зростанням температури величина бічного зусилля на ножі зростає. Існує необхідність проведення ширшого спектру досліджень. Результати роботи можуть бути використані при дослідженнях розділових операцій в прокатному виробництві та розрахунку обладнання.

**Ключові слова:** ножиці, сила різання, бічне зусилля на ножі, гаряче різання, паралельні ножі.

**Мазур В. Л. Стан і перспективи розвитку теорії та технології тонколистової прокатки // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розглянуто актуальні задачі в області теорії та технології гарячої та холодної прокатки полос. Показано, що на сучасному етапі еволюції прокатного виробництва потребують подальшого поглибленого вивчення математичні моделі, які описують формування структури та механічних властивостей сталі при гарячій прокатці, моделі та алгоритми оптимізації процесу прокатки, які працюють в реальному масштабі часу, імовірності моделі процесів гарячої і холодної прокатки, теорія прокатки в режимі напіввідкого тертя. В технології листопрокатного виробництва основні зусилля мають бути спрямовані на вирішення питань тепло та енергозбереження.

**Ключові слова:** прокатка, теорія, технологія, математичні моделі, енергозбереження.

**Коновалов Ю. В., Мусіхіна І. В. Сучасний стан виробництва жерсті. Перспективи розвитку // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Обґрунтована перспектива жерстяної тари і актуальність виробництва жерсті найближчим часом. Приведений стислий огляд світового ринку жерсті: лідери виробництва, об'єм, структура і динаміка експорту деяких країн за останні роки. Описано сучасний стан закордонного і вітчизняного виробництва жерсті, обладнання, що використовується. Визначені основні тенденції і перспективні напрямки розвитку виробництва жерсті. Тенденція підвищення швидкості прокатування разом із необхідністю поліпшення якості поверхні жерсті і щільності антикорозійного покриття, зменшення її товщини з отриманням оптимальних механічних властивостей, удосконалення складу обладнання на всій технологічній лінії виробництва ставлять задачу визначення сучасного агрегату і оптимальної технології виробництва жерсті.

**Ключові слова:** жерсть, якість поверхні, товщина сталльної основи, механічні властивості, перспективи розвитку.



**Дзюба А. Ю., Блохін М. В., Новицький Р. В., Романець І. М. Розробка технології та засвоєння виробництва арматурного прокату класу міцності А7800 // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розглянуто проблеми освоєння і створення технології виробництва арматурних профілів високого класу міцності, в наявних технічних умовах стана 370 Сортового цеху ВАТ «Магнітогорський Металургійний Комбінат». Основні ускладнення при розробці технології полягають у наступних факторах: підбір марок сталі, які б забезпечували високий рівень властивостей міцності та мали б низьку вартість, оскільки рентабельність виробництва арматури цього класу міцності напряму залежить від ступені легування сталі; вибір оптимальної температури самовідпуску і режимів охолодження з урахуванням хімічного складу сталі, так як досягнення високої міцності можливо тільки при дотриманні комплексу умов; дотримання умов прокатки та охолодження для отримання якісного профілю з характеристиками, що вимагаються.

**Ключові слова:** технологія, засвоєння, виробництво, розробка, клас міцності, марка сталі, характеристики міцності, рентабельність, легування, умови прокатки, профіль.

**Єршов С. В., Мельник С. М., Гаврилін С. Ю. Експериментальне дослідження течії металу при прокатці фасонної штаби в шпунтовому чорновому калібрі // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Шпунтові палі працюють як консольні балки, навантажені розосередженими силами. Основне навантаження сприймає полотно профілю. Сумарний вплив сил створює згинальний момент, під дією якого палі можуть деформуватися. Це призводить до роз'єднання паль в замкових елементах. Тому при виробництві шпунтів особливу увагу приділяють виконанню замкових елементів. Також при виробництві шпунтових профілів відбувається велика втрата металу в обріз через те, що вага одного погонного метра шпунтового профілю коливається від 75 до 105 кг, а довжина дефектної ділянки розкату може досягати декількох метрів. Описано експериментальне дослідження в лабораторних умовах деформованого стану при прокатці складного фасонного шпунтового профілю за допомогою методу координатних сіток. За результатами експериментального дослідження отримано поле переміщень металу. Наведений в роботі якісний аналіз перебігу металу в осередку деформації, що дозволяє науково обгрунтовано оцінити фактори впливу на деформований стан і зрозуміти причини спостережуваних на практиці явищ.

**Ключові слова:** деформований стан, калібр, шпунтова паля, замковий елемент, формозміна.

**Телегін В. Є., Смирнов П. М., Яковлєва О. Б., Денисов С. В., Голубчик Е. М. Дослідження та розробка технології виробництва холоднокатаної монетної стрічки // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Представлені результати освоєння технології виробництва холоднокатаної стрічки, призначеної для швидкісного холодного вирубування монетної заготовки. Розглянуто особливості процесу формування показників якості стрічки при її переробці в товарну продукцію із застосуванням принципів технологічної адаптації. У якості найбільш впливових чинників на кінцевий комплекс властивостей, що досягаються, при виготовленні монетної стрічки досліджено режими гарячого площення рулонного підкату, деформаційні умови холодного площення і подальшої термообробки, а також хімічний склад сталі. Розроблена модель технологічної адаптації виготовлення холоднокатаного прокату в умовах багатоваріантної багатостадійної системи – цеху стрічки ВАТ «ММК» (Росія).

**Ключові слова:** холоднокатана стрічка, монетна заготовка, технологія виробництва, технологічна адаптація, алгоритм адаптації, якість прокату, твердість, шорсткість.

**Ізмайлова М. К., Нехаєв М. Є. Дослідження формозміни металу при прокатці клиноподібних профілів // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Проведено експериментальні дослідження формозміни при прокатці клиноподібних профілів із заготовок прямокутного і круглого перетину на стані 400. При проведенні дослідів використовувалася теорія планування експерименту. У якості перемінних були прийняті безрозмірні величини, що характеризують форму зразка і калібру. Проаналізовано вплив цих величин на коефіцієнти формозміни. На підставі експериментальних даних отримані формули для визначення коефіцієнтів витяжки і розширення при прокатці клиноподібних профілів із прямокутних і круглих заготовок. Статистичний аналіз показав досить високу відповідність дослідних і розрахункових даних в умовах проведеного експерименту.

**Ключові слова:** прокатка, експериментальні дослідження, формозміна металу, клиноподібні профілі, коефіцієнти витяжки і розширення.

**Чигиринський В. В., Кресанов Ю. С., Качан О. Я., Богуслав О. В. Дослідження деформованого стану тонкостінних профілів спеціального призначення // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Запропоновані дослідження течії металу при прокатці тонкостінних профілів для коліс вантажних автомобілів та заготовок лопаток компресорів авіаційних двигунів. Отримані результати узагальнені для умов нерівномірного пластичного деформування як для повздовжньої, так і поперечної течії. В процесі пластичного формування тонкостінного прокату метал переміщується з областей з більшим обтиском в області з меншим, утворюючи лінії розподілу течії металу на діючих напрямках. Здвигові деформації знижують силу при періодичній прокатці, а лінії розподілу течії металу співпадають з її максимальним значенням. При періодичному прокатуванні заготовків компресорних лопаток мають місце зони інтенсивних зрушень деформацій по висоті тонкостінної ділянки. Експериментально зафіксовано зниження сили прокатки в цих зонах. У області максимального значення сили визначається лінія розділу течії металу в подовжньому напрямі.

**Ключові слова:** ободи коліс, компресорні лопатки, течія металу, нерівномірна деформація.

**Медведєв В. С., Разіньков М. О. Експериментальне дослідження розширення металу при прокатці кругів на гладкій бочці // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Представлено результати експериментальних досліджень розширення металу при прокатці кругів від 19 до 45 мм у гладких валках діаметром 250 мм. Виконано аналіз відомих формул для розрахунку розширення металу і дано оцінку їх точності. Фактичне розширення металу визначали шляхом заміру темплетів за калібрами. Розрахункове розширення визначали трьома методами: перший – розрахунок за методом приведеної стрічки з урахуванням ширини заготовки, що дорівнює діаметру круга; другий – розрахунок за методом приведеної стрічки з урахуванням ширини заготовки, що дорівнює довжині основи сегмента, який утворюється при перекритті круга твірної валка; третій – розрахунок розширення за величиною максимального обтиснення в калібрі. Найкращу збіжність розрахункових значень розширення металу з фактичними даними дає третій метод. Приведено емпіричну залежність розширення металу і ширини зони контакту металу з валками від відносного обтиснення. Середньоарифметична величина відносної похибки при розрахунку розширення по даній залежності становить – 1,4 %.

**Ключові слова:** круг, гладка бочка, розширення металу.

**Руденко Є. О., Фролова М. О. Дослідження параметрів формозміни слябів після багаторазового обтиску в гладких та каліброваних вертикальних валках // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Представлені результати експериментальних досліджень параметрів формозміни слябів у плані й поперечного перерізу після багаторазового обтиску при редукуванні у вертикальних валках із гладкою бочкою та з трьома розмірами ящиків калібрів. При аналізі впливу розмірів ящиків калібрів на параметри формозміни використаний узагальнений показник, що враховує глибину калібру, випуск рівчака й ширину сляба. Встановлено, що з ростом відношення ширини до товщини сляба, відносного обтиску та узагальненого показника розмірів калібру всі параметри формозміни розкатів збільшуються, причому при багаторазовій деформації значення даних параметрів більше, ніж при разовій з однаковою сумарним обтиском. Отримано адекватні залежності для розрахунку параметрів форми слябів у плані та напів металу біля бічних крайок після багаторазового обтиску в гладких і каліброваних вертикальних валках, що враховують вплив ширини слябів та розмірів рівчака ящиків калібру.

**Ключові слова:** сляб, багаторазовий обтиск, калібровані вертикальні валки, параметри формозміни, редукування.

**Рудюк О. С., Антоненко А. В. Удосконалення технології правлення рейок для досягнення сучасного рівня вимог до прямолінійності // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розроблено алгоритм і програму розрахунку режимів правки рейок, що забезпечують необхідну прямолінійність при мінімальних деформаціях випрямлюваних рейок під роликками. При розробці алгоритму розрахунку використано принцип мінімізації потенційної енергії системи, що дозволяє підвищити точність розрахункових даних і поліпшити якість рейок за прямолінійністю. За розробленим алгоритмом і програмою здійснено розрахунок режимів правки, які відпрацьовані на горизонтальній роликоправильній машині рейкобалкового цеху. На підставі проведених дослідно-промислових досліджень в технологічну інструкцію ТІ 232-16-2009 (розроблених та затверджених натомість ТІ 232-16-2004) внесено зміни, що стосуються настроювальних прогинів для термозміцнених рейок типу Р65 при правленні їх в площині більшої жорсткості.

**Ключові слова:** рейки, алгоритм, програма, нерівності, режим правки, роликоправильна машина, прямолінійність, залишкові напруги, деформація, зміщення роликів.

**Смирнов Є. М., Ручко В. М., Демченко Д. О. Дослідження особливостей зміни просторової геометрії рідко-твердої складової безперервнолітої сортової заготовки з застосуванням нового способу обтиснення на стадії кристалізації // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Виконано аналіз існуючих технологічних рішень та конструктивних особливостей пристроїв, що застосовуються для реалізації способу «м'якого» механічного обтиснення в умовах сучасних сортових МБЛЗ закордонних та вітчизняних підприємств. Виявлена наявність оптимальних умов здійснення «м'якого» механічного обтиснення, які попереджують виникнення внутрішніх тріщин та ведуть до значного поліпшення внутрішньої будови заготовки. Запропоновано спосіб циклічного «м'якого» механічного обтиснення безперервнолітої заготовки, який включає в себе два етапи деформування в блоці обтискних клітей, що складається з двох сегментів, кожен з яких складається з двох пар з валків, послідовно розташованих вздовж її довжини в зоні остаточного затвердіння. Проведено дослідження особливостей зміни просторової геометрії рідко-твердої складової безперервнолітої сортової заготовки з застосуванням нового способу обтиснення на стадії кристалізації. Отримана математична модель, що описує зв'язок факторів деформації з параметрами заготовки, що досліджувалися.

**Ключові слова:** «м'яке» циклічне обтиснення, блок обтискної кліті, безперервноліта заготовка, просторова геометрія.

**Гогасв К. О., Калущкий Г. Я., Воропаєв В. С., Колпаков А. С. Удосконалювання процесу прокатки металевих порошків за рахунок використання швидкісної асиметрії робочих валків // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Досліджені силові та кутові параметри асиметричної прокатки порошків заліза, титану та алюмінієвих гранул на валках різного діаметру, що обертаються з однаковою кутовою швидкістю. Неузгодженість окружних швидкостей робочих валків при асиметричній прокатці становило від 12 % до 42 %. Встановлено, що контактна

нормальна напруга при асиметричній прокатці на валку більшого діаметру завжди менше, чим на валку меншого діаметру незалежно від неузгодженості окружних швидкостей валків та матеріалу, який прокатується. Показано, що неузгодженість окружних швидкостей валків створює умови для зниження силових параметрів і активації зсувних процесів в осередку деформації. Щоб створити такі умови неузгодженість швидкісних параметрів робочих валків повинне бути не менш 20 %.

**Ключові слова:** прокатка, металевий порошок, гранули, асиметрія.

**Панченко О. І., Тумко О. М., Мільчев В. В., Сальніков О. С. Розвиток технологічних основ деформаційного переділу порошкових інструментальних сталей // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

На ПАТ «Дніпроспецсталь» освоєно виробництво прокату і поковок із порошкових швидкорізальних і штампових сталей більш ніж 60 марок: освоєна прокатка прутків діаметром до 95 мм, освоєно виробництво круглих поковок діаметром до 410 мм, для окремих штампових сталей круглих поковок діаметром до 560 мм, квадратних зі стороною квадрата до 350 мм, прямокутних поковок з шириною поперечного перерізу до 600 мм зі струганою поверхнею; освоєно виробництво шайб діаметром до 750 мм з обточеною поверхнею. Завдяки високій пластичності порошкових сталей і реконструкції блюмінга із збільшенням діаметру валків з 950 мм до 1050 мм і потужності двигунів з 2500 кВт до 3500 кВт збільшили поодинокі обтиснення при прокатці пресовок на обтискному стані і зменшили число проходів на гладкій частині бочки валка з 12 до 6. За рахунок цього зменшився торцевий обріз на 3–4 %.

**Ключові слова:** карбідна неоднорідність, кування, прокатка, порошкові сталі, пресування, пластичність, температура деформації, обточування, уков, твердість.

**Головченко О. П., Беліков Ю. М., Пилипенко С. В. Дослідження впливу способу подачі та повороту заготовки на точність труб при холодній пільгерній прокатці на станах ХПТ // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Результати промислового експерименту по дослідженню зміни зовнішнього діаметру по довжині труб в процесі її холодного прокатування з різними режимами виконання подачі та повороту заготовки в передньому і задньому положенні кліті (режим 1 – подача в задньому положенні кліті + поворот в передньому, режим 2 – подача в задньому положенні кліті + поворот в передньому і задньому положенні кліті, режим 3 – подача в передньому і задньому положенні кліті + поворот в передньому, режим 4 – подача в передньому і задньому положенні кліті + поворот в передньому і задньому положенні кліті) показали, що з випробуваних схем найбільш прийнятними з точки зору отримання точного зовнішнього діаметру є схеми: подача в задньому положенні кліті + поворот в передньому і задньому положенні кліті та подача в передньому і задньому положенні кліті + поворот в передньому і задньому положенні кліті. При цьому схема з подвійною подачею та подвійним поворотом (за умови рівності лінійного зміщення металу за подвійний хід) за рахунок застосування меншого розвалу калібрів і отримання значно точніших труб по стінці є більш прийнятним.

**Ключові слова:** холодна прокатка труб, подвійна подача і поворот, діаметр.

**Скачков В. О., Бережна О. Р., Оверчук О. Р., Колобов Г. О. Дослідження кристалізації трубок малого діаметру з алюмінієвих сплавів прецизійної точності // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розглянуто комплекс питань, пов'язаних із забезпеченням прецизійної точності тонкостінних алюмінієвих трубок. Отримано диференціальні рівняння процесу охолодження розплаву алюмінію в умовах безперервного розливання трубок. З рішення системи отримано кінцеві співвідношення, які встановлюють розподіли температури по довжині кристалізатора і розплаву, що кристалізується. Отримані статистичні параметри розподілу товщини та осьової лінії трубок, що пройшли процес волочіння у безоправному режимі на нерухомій і рухливій оправках. Встановлені умови, що забезпечують технологічні вимоги на усунення кривизни осьової лінії.

**Ключові слова:** безоправне волочіння, кристалізатор, алюмінієві сплави, безперервне розливання, прецизійна точність.

**Обдул Д. В., Широкобоков В. В., Обдул В. Д., Засовенко А. В. Використання компактних механізмів в механічних пресах при коефіцієнті шатуна який дорівнює одиниці // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розглядається питання подальшого підвищення ефективності кривошипних пресів шляхом використання диференціально-зубчатого механізму в головному приводі преса з використанням руху сателітів, що дозволяє отримати рух повзуна на дільниці робочого ходу зі зменшеною тривалістю контакту інструмента та заготівлі, або уповільнений хід для забезпечення оптимальних умов протікання технологічного процесу, крім того розглянуті питання створення механічних пресів з компактним (безшатунним) приводом, що дозволяє знизити висоту преса, зменшити шум та збільшити жорсткість преса приведену, а також розроблено технічне рішення, що дозволяє застосовувати головний виконавчий механізм в пресах для витягування подвійної дії і в цвяхових пресах-автоматах.

**Ключові слова:** сила, прес, радіус кривошипу, жорсткість пресу, висота пресу.

**Рей А. Р., Сумський В. І. Параметри прямого холостого ходу бесшаботного гідравлічного молота при збільшеній масі нижньої баби // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Розроблено математичну модель, рівняння руху баб, визначено рівні підвищення тиску в гідробаку, визначена енергія удару бесшаботного гідравлічного молота із збільшеною масою нижньої баби. Показано, що переміщення баб описуються рівняннями параболи, на яке накладається гармонійна складова, яка містить  $\cos$ -функцію. Показано, що підвищення тиску в гідробаку при прямому холостому ході істотно залежить від площі плунжерів, яка визначається за прийнятими значеннями статичного тиску рідини в гідробаку. Визначена енергія удару бесшаботного молота із заданими параметрами.

**Ключові слова:** молот, шабот, прискорення, енергія, тиск.

**Маковой В. О., Бородій Ю. П., Проценко П. Ю. Розрахунковий аналіз напружено-деформованого стану ріжучих елементів розділових штампів // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Проведена оцінка методом скінчених елементів параметрів процесу різання листових матеріалів: зусилля, контактні тиски на ріжучі кромки та сили тертя, які на них діють, а також розподіл напружень в ріжучих елементах розділових штампів. Ці параметри залежать від діаметра пуансону, товщини матеріалу, зазору між пуансоном і матрицею, механічних властивостей матеріалу. Встановлено, що вплив зазору виявляється найбільшим для дотичних напружень, напруження вздовж осі пуансону мало залежать від зазору. Зменшення інтенсивності напружень  $\sigma$  на контактних поясах пуансону та матриці біля ріжучих кромок, а, відповідно, зниження питомих локальних зусиль на ріжучі кромки, сприяє підвищенню їх стійкості. Встановлено, що чим менше значення співвідношення  $Dn/S$ , тим більшими будуть напруження в осьовій зоні пуансона.

**Ключові слова:** напружено-деформований стан, вирубка, пробивка, розділові штампи, ріжучі кромки, зношування, зусилля.

**Мовшович О. Я., Дерябкіна Є. С., Іщенко М. Г., Федосєєва М. Є. Підвищення зносостійкості направляючих елементів штампової оснастки методом епіламірування // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Процес зношування напрямних елементів штампового оснащення по швидкості елементарних актів руйнування відноситься до повільного процесу, що є наслідком циклічного впливу зусилля штампування на мікроступи поверхонь, які труться. Руйнування поверхневих шарів деталей, які труться, пов'язане з виникненням втомних тріщин і відділенням мікроскопічних лусочок металу або його оксидів. Великий питомий тиск в направляючих елементах системи викликає розрив граничної плівки, в результаті чого відбувається молекулярне схоплювання металів, зношування і руйнування мікронерівностей і їх пластична деформація. Наведені результати роботи по дослідженню можливості підвищення зносостійкості напрямних елементів штампів нанесенням покриттів поверхнево-активних речовин методом епіламірування. Встановлено, що при цьому забезпечується збільшення ресурсу роботи штампів і зниження зносу деталей тертьових пар, а також усувається операція їх змазування.

**Ключові слова:** розділові штампи, система спрямування, епіламірування, мікронерівності, зносостійкість, термообробка, азотування, надійність, довговічність.

**Большаков В. І., Вереньов В. В., Юнаков О. М. Розвиток промислових досліджень динамічних процесів в прокатних станах // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Наведено нові результати досліджень перехідних процесів на діючих прокатних станах, виконані в останні роки. Показано високу інформативність вимірів моменту сил пружності й вібрацій устаткування уздовж лінії приводу й можливість розробки нових методів діагностування технічного стану обладнання. Запропоновано використовувати коефіцієнт динамічності, час запізнення реакції ділянок лінії приводу, частоту та період коливань, а також коефіцієнти варіації для діагностування технічного стану шпинделів, шестеренних кліт, зубчатих муфт та редуктора. Наведено приклади нового подання для кожної смуги оброблених результатів вимірів моменту в часі, у вигляді його розподілу й у вигляді масивів точок динамічного й статичного моментів. Показано, які можна робити висновки щодо стабільності технології й роботи обладнання.

**Ключові слова:** прокатний стан, лінія приводу, динамічні процеси, нові методи діагностування.

**Воробей С. О., Бадюк С. І. Основні напрямки розвитку сортових ливарно-прокатних агрегатів і комплексів // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Проаналізовано основні напрямки розвитку сортових ливарно-прокатних агрегатів і комплексів: реалізація технології прямої прокатки; суміщення МБЛЗ і прокатного стану за допомогою технології гарячого посуду безперервнолітої заготовки в піч прокатного стану; перехід на індукційний нагрів металу, зниження температури заготовок перед входом в прокатний стан. На основі аналізу енергосилових і швидкісних параметрів розливання-прокатки наведені основні схеми ЛПА/ЛПК для виробництва дрібносортового прокату: схеми з прямим суміщенням МБЛЗ і прокатного стану з використанням індукційних нагрівальних установок; умовно-суміщена схема з використанням полум'яних печей; умовно-суміщена схема з використанням індукційних нагрівальних установок.

**Ключові слова:** ливарно-прокатний агрегат, ливарно-прокатний комплекс, МБЛЗ, прокатний стан, продуктивність, індукційний нагрів.

**Коновалов Ю. В., Хохлов О. С. Розрахунок теплового режиму печей моталки стана Стеккеля // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Запропонована нова методика розрахунку нагрівання смуги змотаною в рулон на барабан пічної моталки стана Стеккеля, яка дозволяє зробити висновок про доцільність застосування станів Стеккеля і пічних моталок нової конфігурації, які підтримують температуру прокатки в строго заданому рівні і виключають раскатні рольганги великої довжини. Запропонована методика враховує: передачу тепла смузі від печі за допомогою випромінювання, передачу тепла смузі від оправки за допомогою теплопровідності та передачу тепла теплопровідністю між витками рулону. По розробленій методиці було зроблено розрахунок нагрівання смуги в пічній моталці. Цей розрахунок показав доцільність використання пічної моталки з повним змотуванням смуги для подальшого її підігріву, тому підігрів здійснюється по кінцях смуги. За рахунок цього підігріву відбувається відновлення теплового балансу по всій довжині.

**Ключові слова:** температура, валок прокатний, барабан моталки, рулон, смуга, прохід, виток.

**Ніколаєв В. О., Васильєв А. О. Перехрещення валків в кліті кварто за допомогою клинових пристроїв // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

На основі відомих вже розробок запропоновано спосіб перехрещення верхньої і нижньої пар валків, який може бути застосований в клітках неперервного широкоштабового стану незалежно від наявності інших пристроїв і способів дії на міжвалковий зазор і, отже, на поперечний профіль штаби. У запропонованому способі клинові пристрої встановлюються між подушками опорних валків і стійками станини з боку входу (виходу) штаби у валки неперервного стану. При цьому нижня пара валків виконується такої ж конструкції або як і у відомих клітках кварто.

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

**Драгобецький В. В., Шаповал О. О., Савєлов Д. В., Маркевич А. Г. Дослідно-промисловий стан для бесконтейнерного вібраційного пресування вольфрамових та молібденових прутків // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Для обробки малопластичних прутків з тугоплавких металів та їх композитів розроблено і застосовано в якості самостійного процесу обробки тиском бесконтейнерне вібраційне пресування (БВП). Описано влаштування розробленого дослідно-промисловий стану для бесконтейнерного вібраційного пресування вольфрамових і молібденових прутків, будову гусеничного тягового органу, вібрودهформуючий вузол, що забезпечує проти-фазні коливання, подаючого органу та деформуючого інструменту – волоки. Приведена кінематика взаємодії системи «затиск – волока», розроблений новий клиновий затискач для металу, що дозволяє здійснювати деформування металу, нагрітого до високих температур. Наведено технічні характеристики нового дослідно-промислового стану БВП.

**Ключові слова:** стан, вібраційне пресування, прутки, матриця, метал, осередок деформації, процес, метал.

**Петренко О. С. Оцінка можливості і доцільності застосування прокатних валків з довжиною бочки робочих більшою, ніж опорних // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Основною характеристикою листових станів є довжина бочок робочих валків. Вона визначає сортамент стану за розмірами прокатуваних смуг і листів, а також інші його основні параметри. На основі математичного моделювання пружної деформації валків і міжвалкових тисків, були проаналізовані умови контактної взаємодії робочих і опорних валків чотирьохвалкової кліті. Зображена можливість збільшення бочки робочих валків з 3100 до 3400 мм при збереженні існуючої довжини бочки опорних валків 2980 мм на товстолистовому стані 3000, без погіршення умов роботи системи: опорний-робочий валок. Подовження бочки робочого валка дозволяє розширити сортамент стану з забезпеченням вимог, що пред'являються до площинності і поперечної формі листового прокату.

**Ключові слова:** робочі валки, деформація валків, міжвалкові тиски, товстолистовий стан.

**Сатонін О. В., Настоящая С. С., Присяжний А. Г. Розвиток інженерних методів розрахунку напружено-деформованого стану валкового вузла чотирьохвалкових робочих клітей ширококутних станів // Обробка матеріалів тиском. – 2012. – № 4 (33).**

Проаналізовано широко розповсюджені інженерні математичні моделі показників напружено-деформованого стану валкового вузла клітей кварто станів гарячої і холодної прокатки відносно тонких штаб, виявлені найбільш істотні недоліки вказаних моделей. Запропоновано удосконалену інженерну методику визначення величини прогинів осей опорних валків, що враховує нерівномірність розподілу по довжині їх бочки міжвалкового тиску і вигин робочих валків. На основі теореми Кастільяно розроблена інженерна методика розрахунку пружних деформацій опорних валків, що враховує нерівномірність розподілу міжвалкового погонного навантаження і примусовий вигин робочих валків. Представлені результати використання розробленої методики та намічено подальші шляхи її вдосконалення.

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

---

**ABSTRACTS**

---

**Minaev A. A., Konovalov Y. V. Technological processes combining – one of the main metallurgy development trends // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The focus of work – the analysis of the outputs of the matching process in the areas: steel-rolled and cold-rolled flat products division of, and the proposal of a new steel plant flowsheet of the future, based on the maximum combined operations and processes. The Executed analysis has shown that most actively combined metallurgical processes realization proceeds at production of hot-rolled strips and sheets. In the world practice different types foundry-rolling unit successfully implemented for rolling hot-rolled strips by thickness 0,8–16 mm practically of any steel grades and different purpose. The Represented scheme of the future metallurgical enterprise is based on process «Corex» and «Midrex», rolls foundry-rolling unit and complex of the combined processes of cold rolled sheet production.

**Keywords:** combined process, foundry-rolling unit, metallurgy, rolled product, stand, rolling mill, wire-rod, profile, pickling, annealing, tempering.

**Vasilevsky O. V., Grushko A. V., Kukhar V. V. The influence of feed value on kinematic and energy-power characteristics during drawing of billets in combined heads // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The finite-element simulation of maximum power-intensive modes of reduction of cylindrical billets in combined heads during drawing with different values of relative feeds. To solve an applied industry problem, the kinematic and power-intensive parameters of drawing process of cylindrical billets in the lower cut-out radians and upper flat heads installed in forging shop of an enterprise are considered. Graphical and analytical dependences of reduced deformation force? Reduced deformation force, reduced deformation, work and relative drawing upon the values of relative feeds and reduction values in the tested condition have been received. On the basis of the investigation made, the recommendations on selection of roll forging modes are given.

**Keywords:** forging of rolls, drawing of billets, combined heads, specific power of deformation, specific work of deformation, relative stretching of billets, relative feed, forging reductions.

**Chigirinskyi V. V., Plahotnik V. V., Sheyko S. P. Particulars of dynamic problems in mechanical working of metals // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Dynamic problems of elasticity and plasticity theories are presented in metal working processes. There is need to develop a mathematical model of an elastic movement of the distributed masses in conditions of short of plastic loading. The solution of the wave equation of elasticity theory and its successive complication has been presented. There is differential agreement among arguments of trigonometrical functions that determines the conditions for availability of solution. Restrictions imposed on the arguments of trigonometric functions prove that the order may not be limited by linear relationship. Granting the specified conditions is the determining factor for the problem solving. The last widens its possibility.

**Keywords:** mechanical working, dynamic wave equation, agreement among trigonometrical functions, analytical solution.

**Abhari P. B., Patik O. V. Shape deformation of a tubular workpiece in upsetting process // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The process of upsetting of a tubular workpiece on the mandrel is considered. In this process, change of deformation with the finite elements method is researched. The admissible range of lengths with at defect formation was defined. The maximum allowable length of the tubular workpiece was determined. Strain intensity component in the tubular workpiece with different relative length was shown. It was found that the deformation appears in the contact area between tool and workpiece, namely in the areas of the greatest defect. The diagram of dependences of relative thickness of workpiece upon relative length is presented. This diagram allows to determine the maximum and minimum critical length of tubular workpiece in production conditions.

**Keywords:** the tubular workpiece, upsetting process, strain intensity, finite element method.

**Odintsov A. N., Grigorenko V. U. The use of finite element modeling of die forging to predict forging reject // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Making assaying of technology of a die forging of complex shape with the use of program complexes of modeling of metal forming processes based on finite - element method, optimum configuration of a workpiece was determined with the help of tracing the paths of control points movement in dangerous sections. The reasons of defect formation during forging of parts of complex shape inherited from the initial workpiece were discovered new configuration of preliminary workpiece was developed and forging equipment for uniform distribution of metal while forging in die impression was finished working. New technological process of getting workpieces with execution of preliminary perform on GKM ensuring low percentage of resisted workpieces.

**Keywords:** die forging, optimization of technology, method of finite elements, flow of metal, movement of pattern.

**Chygyrnsky V. V. Invariants in solutions of problems of mechanics of the deformed heed body // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The plan problem of the theory of plasticity and elasticity in an analytical view with the use of trigonometrical and exponential functions is put and solved. The defining differential equations for tension, deformations of the theory of plasticity and elasticity are considered. In theories the general approaches connected with transformations in the course of the decision are shown. The functions, satisfying to systems of the equations of mechanics of a deformable firm body, are harmonious. Identical ratios between functions in the differential form, satisfying to the relevant systems are received. Symmetric loading of a strip at plastic deformation is counted. Compliance of the known decision in an elastic zone, both as a special case, and the expected one is shown.

**Keywords:** plasticity, elasticity, invariants, the harmonious functions, the closed decision.

**Dubina V. I., Shirokobokov V. V., Bichevoy O. F., Zasovenko A. V. Methodology of plotting charts of deformation force during cold extrusion // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Chart plotting of deformation force of massive details' extrusion on crank-type presses is described. In order to plot the chart of the deformation force it is necessary to define true strength and relative elongation of deformation in characteristic points. For the analysis of the process of reverse extrusion a power method was used. In order to get the calculation formulas necessary for practical applying, it was accepted that tension intensity is constant on the whole volume of the ground deformed area in initial equations. The actual strain hardening of metal has been taken into consideration by corresponding correction and entering of the average value of deformation resistance. The chart shape obtained allows to make improving power and strength presses' calculations noticeably.

**Keywords:** force, extrusion, deformation force, press, relative elongation.

**Ogorodnikov V. A., Dereven'ko I. A., Grushko A. V. Simulation of pressure forming processes on the basis of the hypothesis of force and kinematic parameters of the similarity of deformation // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The method of calculation of force and deformation parameters of metal forming processes for materials of any rheology (model materials) based on the deformation and strength characteristics of materials with known rheology (full-scale materials), based on hypotheses of kinematic similarity and the similarity of deformation paths is worked out. The proposed method allows to extend possibility of modeling stress-strain state on the basis of experimental - numerical methods for cases where the task of additional conditions is complicated. The experimental verification of this hypothesis for the extrusion processes. The is made supposition about power similarity of pressure working process is given. With the use of this hypothesis it is possible to expect deforming force of model material on the basis of these efforts for two model materials.

**Keywords:** modeling, full-scale model, model design, extrusion, hypothesis, the stress-strain state.

**Gribkov E. P., Danulyuk V. A. Research of local and integrated characteristics of intense deformed condition of metal at consolidation of the powder core in a metal cover // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Mathematical apparatus for definition of local and integrated characteristics of intense deformed condition at realization of process of primary (condensing) rolling of the powder core in metal cover of various section which allows to predict with bigger accuracy power parameters, geometrical and physicommechanical characteristics when rolling a powder electrode tape is developed. Dependences for decision and definition of elastic deflections of various metal covers in the course of rolling of a powder strip in cover are also received. It is defined that value of an elastic deflection depends on the form and the sizes of a metal cover.

**Keywords:** powder electrode strip, mathematical model, center of deformation, rolling, elastic deflection.

**Maximenko O. P., Loboiko D. I. Analysis of boundary conditions of rolling taking into account the longitudinal forces of deformable metal // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

In the paper the questions of balance in the nucleation site for of deformation taking into account the longitudinal forces of plastically deformable metal are analyses. On the basis of the analysis of contact voltages, current horizontal force which originates under the influence of internal stresses, and its mean, the technique of estimation of stability in pitch of rolling process of is developed. In case if the resultant force is constricting, rolling proceeds in a resistant to regime, if – stretching, resistant process is impossible, and at resultant zero value – we have limiting conditions of deformation. It is defined that rolling process can terminate when there is advancing. Adequacy of theoretical results is confirmed by comparison with known experimental data.

**Keywords:** stability, a technique, an orthographic epure, effort, force, an angle of neutral cross-section, estimation, the byte of deformation, balance, strip.

**Satonin A. V., Berezhnoy N. N., Korenko M. G., Starosta N. V. Mathematical modeling of stress, strain and accuracy of geometric characteristics during hot rolling of strains strips and in prestressed finishing working stands // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The article analyzed the design of mechanism to create prestressing different pursuance, as well as the results of numerous implementation of received theoretical solutions and calculated distributions of separate components defined by influence, respectively, original thickness values of pre beth windrows gap and the resultant different thickness of hot strip rolling in prestressed finishing workers rolling stand. The technology of prestress in the finishing of the working stand and the possibility of widespread use of combined hydromechanical clamping structure is preposed. That will allow low-power electromechanical clamping structure finishing work stands to work in automatic thickness control, practicing, in particular, low-frequency components of the stochastic changes in initial thickness and temperature of rolled strips and tapes.

**Keywords:** cushion roll, engineering calculation methods, mechanical equipment, rolling mill, automatic regulation.

**Rud V. D., Smolyankin O. A. Use clustering to construct a fuzzy model of pressure effect and twisting to change the length of parts // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

In this article the mathematical apparatus of the theory of fuzzy sets, which allows us to construct a model of an object based on fuzzy rules is considered. As the data partitioning for a fuzzy model data clustering is used. For clustering is used a set of 110 experimental data input - the pressure and torsion, and the weekend - the change in length. Were built models obtained membership functions and fuzzy inference surface. Fuzzy approach allows to make decisions in studying the influence of porosity on the mechanical properties of copper powder materials and increase the level of information about the process on the basis of subjective assessments of experts. The results are adequate to real objects and can be used to study the properties of porous materials.

**Keywords:** fuzzy logic, data clustering, sample, membership functions, fuzzy inference surface.

**Grinkevich V. A., Chukhleb V. L., Tumko A. N., Ashkelyanets A. V. Quality management of the forgings for critical applications in PJSC «DSS» // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The possibilities of control of process parameters influencing on forging production quality in the manufacture of forgings for critical applications in PJSC «DSS» have been considered. The advantages of forecasting and management of quality steel products at the enterprise level, namely efficiency of the forging production, due to the formation of the required quality and technological properties of the metal at a minimum cost have been proposed. For the purpose of this study it is set specific dependencies reveal the relationship of specific modes of shoeing on the performance plastic and strength properties of the resulting forgings, as well as changes in the structure under the influence of the selected modes of deformation.

**Keywords:** quality, features, dependency, forging, the workpiece, tool, forging.

**Belevitin V. A., Smirnov E. N., Sinitsyn A. A., Kovalenko S. Y. Grounds for need of taking into account imperfections of forging ingot in the design of presses forging process // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

In the given article the results of plant research of macrostructure and chemical heterogeneity influence of forging ingots out of steel 45 weighing 5,6 tons, 8 tons and 10 tons on achievement the required level of metal quality of forging roll which has a diameter above 260–280 mm. Are shown the research has found that current manufacturing ingots have considerable chemical heterogeneity. In addition analysis of mechanical properties results of forging samples from axial under-shear drag part of ingots (V-segregation zone) and of samples which have examined at 1/3 of the surface of forging as well under-shear drag part ( $\Lambda$ -segregation zone) has found considerable dependence of ingot affection by internal defects including the chemical heterogeneity which especially brightly expressed in the tangential direction. The observed features of the structural and chemical heterogeneity on the metal forging quality base for purposeful forging technology design to secure claims of international standards have been found.

**Keywords:** forging ingot macrostructure, chemical heterogeneity, segregation, mechanical properties, forging.

**Gunko I. V. The introduction of the process of rolling billets of aluminum alloys by stamping with subsequent preparatory streams // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

In article the technology of rolling of preparations from aluminum alloys at which preparatory streams are applied is considered. It is noted that as a result of analytical and pilot studies of application of the previous process of rolling allows to provide: decrease in labor input of manufacturing of stamped forging; increase in efficiency of preparation; economy of energy resources; improvement of structure and improvement of quality of stamped forging at the expense of ensuring uniform deformation on section of a forging. The all-round analysis (macro-, micro-) and mechanical properties of rolling preparations and the stamped forging made of them, showed compliance of quality to requirements of technical documentation. Technical and economic parameters of rolling and preparatory grooves application in the forging technological process have been presented.

**Keywords:** former pass, finishing pass, stamping, rolling, defect, heating, calibers.



**Kukhar V. V. The method of account of crumpling of butt-end areas of billets during the designing of technologies based on longitudinal bending // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

From the point of development of technologies for without dies approaching of form of billets to configuration of forging-parts with the bent axis which received by volumetric die-forging or forging expedience of the preparatory profiling of billets is grounded by a longitudinal bend. The method of calculation of sizes of initial billet which is profiled by longitudinal bending is specified taking into account distortion of butt-end areas and providing of filling the metal of remote areas of engraving of stamp for forging-parts with the bent axis and sprouts. The method of control of crumpling of butt-ends of billets is developed by comparing to the sizes of maximum deviations of work-pieces for a case finish treatment by a longitudinal bend. Analytical consideration of geometrical task of deformation of butt-ends is fixed in basis of developments; the results of the research are used in production terms.

**Keywords:** billet, longitudinal bend, crumpling of butt-end areas, method of account, forging-parts with the bent axis, profiling, die-forging.

**Snitko S. A., Yakovchenko A. V. The mechanism of correcting of asymmetry at stamping of wheel billets // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Applied to the technology of stamping of wheel billet with disk rim and the hub, by the finite element modeling the mechanism of correction of asymmetry of used in this process precipitated and distilled billets and their asymmetric stowage in molding dies was found. On this basis, the technology that provides the riddance of both the displacement of axis of the billet relative to the axis of molding dies, and the asymmetry of the billet itself has been improved. An Application of the proposed technology will allow to produce axisymmetric wheels and billets, respectively – to stabilize the sizes of stamped or stamped-rolled railway wheels and reduce consumption of metal.

**Keywords:** asymmetry, precipitated and distilled billet, wheel billet, molding dies, finite-element modeling.

**Argat R. G., Puzyr R. G. Ways to manage the stress field in the sheet metal forming operations // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Some of the processes of the metal forming (bending, shaping sheet blanks, stretching) overlay additional effects on the deformation scheme to mitigate the stress state and make full use of the plasticity of the material have been examined. The various schemes and examples of operations with modified parameters of the external load to ensure the accuracy of products, reduction of forging impressions, increase the utilization of metal, light weight design by eliminating the strain localization in dangerous sections of the preparation have been given. Highlights of the shortcomings of existing modern technological solutions aimed at the intensification of production, and concludes on the shift of new developments in the direction of simplification designs tooling and equipment in order to obtain the greatest economic benefit have been given.

**Keywords:** intensification, tooling, equipment, stretching, bending, forming, preparation.

**Kaljuzhny O. V., Kaljuzhny V. L., Stebljuk V. I., Vychovanets I. V. Effect of the relative thickness ratio on manufacture of articles at traditional block pressign and block pressing with a back pressure in a conical matrix // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

An influence of workpiece's relative thickness on the shaping of detail under traditional swaging and swaging with conical die with the differential counter-pressure of liquid on the inner wall of workpiece was investigated by using finite element method. Swaging was applied on details which had been obtained by drawing. The estimation of calculation's results was carried out. The applying of counter-pressure leads to sufficient increasing of deformation ratio under swaging for account of elimination of creation of plastic strain in the bottom part of workpiece and the loss of stability of side wall. Energy-power regimes of deformation and dimensions of details after swaging were determined. It was shown that obtaining details with identical necks from workpieces of different thickness is possible.

**Keywords:** traditional swaging, swaging with counter-pressure, relative thickness of workpieces, power of swaging, final dimensions of details, swaging ratio.

**Puzyr R. G., Trotsko O. V., Cherkaschenko V. Yu. Influence of geometrical parameters of a cylindrical billet on the intense-deformed condition at expansion with a conic punch // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Investigations are directed on reduction of deformation intensity during the subsequent transitions of profiling for the purpose of providing the minimum difference of thickness of wheelrims. Theoretical researches of defining the bending moment operating in the area of the free bend at expansion with a conical punch of a cylindrical billet are carried out. It is shown that for determination of the value of the tension operating in the meridional direction it is necessary to take into consideration the geometry of the billet and apply the moment-free theory of shells and summation of the edge effect which considers the influence of the bending moment on the distribution of tension. The results of the investigation allow to draw a conclusion that the bending moment distribution along the forming cylindrical surface has a fading oscillatory character, and loss of stability occurs owing to the action of the oscillatory loading at the exit from the area of the free bend.

**Keywords:** rim, punch, tension, deformation, expansion, bending moment, intensity of deformation.

**Kraev M. W., Kraeva V. C., Grinkevich W. A., Shevchenko T. N. Preparation of the experimental forging research implementing a weak magnetic field // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The process of metal treatment implementing constant external magnetic field is described. Schematic illustrations of magnetic field's impact during deformation are presented. Possible structural alternations to the processing equipment are proposed, the alternations will be a result in impact enforcement of magnetic field on deformation zone. Methods of experimental research are investigated with changed direction of magnetic field impact, it determines the induction direction of magnetic field concerning deformation direction resulting in the stressed condition of metal. The impact of the magnetic field on the ferromagnetic sample is outlined. The intended effect of an intensified magnetic field's impact on paramagnetic austenitic steels is presented.

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

**Ryabicheva L. A., Beloshitskij N. V. The influence of temperature stamping on dynamic softening and fracture powder materials // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The results of investigation of microstructure, fracture surfaces and physico-mechanical properties of copper-titanium powder electrical engineering material are presented. A fine-grained structure after predeformation of powder porous billet at elevated temperatures is established. The strength remains at high level, while specific resistance is low. The deformation softening and presence of porosity are making influence on failure behaviour of powder materials. Copper-titanium powder materials with the porosity of 2,8–6,1 % after deformation in the dynamic softening conditions are recommended for use as electrotechnical materials.

**Keywords:** electrical engineering powder material, stamping, microstructure, mechanical properties, fractographs of fractures, density, electrical resistance.

**Borovik P. V. Theoretical analysis of lateral force under hot cutting by parallel knives // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The theoretical analysis of metal separating process under the hot cutting by shears for expansion the idea of process and estimation of lateral force on knives is carried out. The finite-elements model of hot cutting process by shears is developed and a satisfactory coincidence is obtained at comparison of simulation and experimental results. Estimation of lateral force on knives at different temperatures is done. It is noticed that in the hot cutting process with parallel knives location the lateral force on knives substantially differs from the known values and needs to promote tolerance and account at the calculations of loadings on an equipment. An increase of temperature values leads to increase the value of lateral force on knives. There is a necessity to carry on wider spectrum of researches. Job results can be used for the analysis of separating operations in a rolling production and calculation of equipment.

**Keywords:** shears, cutting force, lateral force on knives, hot cutting, parallel knives.

**Masur V. L. A condition and prospects of development of the thinsheet proskating rinks theory and technology // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Actual problems in the field of the theory and technology of hot and cold proskating rinks of strips are considered. It is shown that at a present stage of evolution of rolling manufacture the mathematical models describing formation of structure and mechanical properties of a steel at hot proskating rink need for further studying models and algorithms of optimization of process the proskating rinks working in real time, likelihood models of processes hot and cold proskating rinks, the theory proskating rinks in a mode of a semiliquid friction demand the further profound studying. The basic efforts should be directed to technologies of sheet-rolling manufacture on the solving of questions heat – and power savings.

**Keywords:** a proskating rink, the theory, technology, mathematical models, power savings.

**Konovalov Y. V., Musikhina I. V. The current state of tinplate production. Development perspectives // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The perspective of tinplate packages and tinplate production in the near future is proved. The synopsis of tinplate world market is presented: industrial leaders, capacity, structure and dynamic of some countries export in recent years. The current state of foreign and domestic tinplate production, the equipment used are described. The key trends and perspective directions of development are determined. The tendency of increasing the rolling rate along with the necessity of improving the quality of tinplates and density of anti-corrosion coating, decreasing its thickness, obtaining optimal mechanical properties, improving the set of equipment throughout the entire process production line sets the problem of defining an up-to-date assembly and an optimal technology of tinplates production.

**Keywords:** tinplate, surface quality, thickness of the steel base, the mechanical properties, development perspectives.

**Dzjuba A. Ju., Blohin M. V., Novitsky R. V., Romanets I. N. Working out of technology and manufacture development fixture hire of a class of durability of At800 // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

This article discusses the problems of development and the creation of technology for the production of high-end rebar strength in existing specifications mill 370 Long Products plant OJSC «Magnitogorsk Iron and Steel Works». The main difficulties in the development of the technology is the following factors, such as the selection of steel grades,

which would provide a high level of mechanical properties and to have a low cost, since the profitability of this class of reinforcement strength depends on the degree of alloying of steel. The choice of optimum temperature and cooling modes samootpuska view of chemical composition of steel, because the achievement of high strength is authorized under the complex conditions. The prerequisites for rolling and cooling for a quality profile with the desired characteristics.

**Keywords:** technology, development, production, development, strength class, grade of steel, strength, profitability, alloying, rolling conditions, profile.

**Yershov S. V., Mel'nik S. N., Gavrilyn S. Y. Experimental study of the metal flow during rolling shaped strip piling draft caliber // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Sheet piles act as cantilever beams loaded by dispersed forces. Sheet profile takes most of the load. The net effect of forces creates a bending moment, under the influence of which the pile may distort. This leads to the separation of piles in interlocking elements. Therefore, in pile production special attention is paid to the implementation of interlocking elements. As in the production of sheet profiles is a great loss to the metal scraps from the fact that the weight of one meter of tongue and groove profile ranges from 75 to 105 kg, and the length of the defective area of roll may be several meters. This paper describes experimental research in the laboratory strain state when rolling complex shaped tongue and groove profile by using the grids. According to the results of the pilot study received a displacement field of metal is received. A qualitative analysis of the metal flow in the deformation zone, which allows scientifically evaluate factors influencing the strain state and understand the causes of the phenomena observed in practice.

**Keywords:** the deformed state, caliber, sheet pile, lock elements, forming.

**Telegin V. E., Smirnov P. N., Yakovleva E. B., Denisov S. V., Golubchik E. M. Studies and the development of the technology of the production of the cold-rolled monetary tape // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The results of the development of manufacturing technology of cold rolled strips designed for high-speed cold cutting coinage blanks is presented. The peculiarities of the process of formation of the indicators of the tape quality while processing in products with the application of the principles of technological adaptation are examined. As the most important influencing factors on the final set of their properties in the manufacture of tape operated hot rolling roll modes, the deformation condition of cold rolling and subsequent heat treatment, as well as the chemical composition of the steel were studied. The model of technological adaptation of cold-rolled production in conditions of the multistage system dual-belt plant JSC «MMK» (Russia) is worked out.

**Keywords:** cold-rolled steel strips, coins preparation, technology production, technological adaptation, billet quality rentals, roughness, hardness.

**Izmajlova M. K., Nehaev N. E. Research of the forming of metal at rolling of wedge-shaped profile // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Experimental research of deformation in rolling of wedge-shaped profiles from the pieces of rectangular and circular cross-section mill at 400 is made. During the experiments the theory of experiment planning was used. Dimensionless quantities characterizing the shape and size of the sample were taken as variables. The influence of these variables on the coefficients of deformation is analyses. Based on experimental data by the formula for determining the coefficients of stretching and broadening during rolling of wedge-shaped profile of rectangular and round bars is obtained. Statistical analysis showed a fairly high compliance with the experimental and calculated data in the experiment.

**Keywords:** rolling, experimental research, forming a metal, wedge-shaped profile, the coefficients of stretching and broadening.

**Chygyrnynsky V. V., Kresanov U. S., Kachan A. Ya., Bogyslaev A. V. The deformed condition of thin-walled special purpose profiles research // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Pilot studies of a metal flow are offered in rolling thin-walled profiles for wheel rims of lorries and preparations of shovels aviation engines of compressors. The received results are generalized for conditions of non-uniform plastic deformation in longitudinal and a cross-section flow. It is shown that in the course of a plastic forming of thin-walled metal moves from areas with big compression to areas with smaller, forming lines of the section of metal flow in the corresponding directions. At periodic rolling of workpiece of compressor shovels zones of intensive shifts of deformations on height of a thin-walled site takes place. Decrease in force of rolling in these zones is experimentally fixed. In the field of the maximum value of force the line of the section of a flow threw in the longitudinal direction is defined.

**Keywords:** wheel rims, compressor shovels, metal flow, non-uniform deformation.

**Medvedev V. S., Razinkov N. A. Experimental investigation of metal spreading during rolling of rounds on flat body // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Results of experimental investigation of metal spreading during rolling of rounds from 19 to 45 mm. in plain rolls with diameter 250 mm. are presented. Analysis of known rating formulas for definition of metal spreading is carried out and estimation of their accuracy is given. Actual spreading of metal was defined by measuring of templates according to gauges. Calculated spreading was determined by three methods: the first – calculation using the method of specific stripe taking into account billet width equaled to round diameter; the second – calculation using the to method

of specific stripe taking into account billet width equaled to length of segment base which forms during covering of round by roll generatrix; the third – calculation of spreading according to value of maximal reduction in gauge. The best convergence of calculated values of metal spreading with actual data was given by the third method. Empirical dependence of calculation of metal spreading and width of contact zone of metal with rolls on reduction is provided. Average value of relative accuracy during calculation of spreading according to this relation is 1.4 %.

**Keywords:** round, flat body, metal spreading.

**Rudenko E. A., Frolova M. O. Research of forming slabs parameters after multiple knobbing in flat and gauged vertical rolls // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The results of experimental researches of forming slabs parameters in a plan and cross-sectional are presented after multiple knobbing in vertical rolls with a flat body and three dimensions of box-caliber. The generalized index is used in analysis of influence of box-caliber dimensions on the forming parameters, the depth of gauge, groove gauge and the slab width are taken into account. It was established that increase of relation of width to the slab thickness of relative knobbing and generalized index of gauge sizes, all parameters of forming increase, and at multiple deformation values of these parameters are higher than at the single one with the same total knobbing. Adequate dependences are obtained for the calculation of parameters of slabs form in a plan and metal beading near side edges after multiple knobbing in flat and gauged vertical rolls, taking into account influence of the slabs width, box pass dimensions.

**Keywords:** slab, multiple deformation, calibrated vertical rolls, the parameters of deformation, reduction.

**Rudyuk A. S., Antonenko A. V. Upgrading of technology improvement of rail straightening to achieve contemporary level of requirements for straightness // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Algorithm and program of calculation for rail straightening modes providing required straightness with minimum deformation of straightened rails under rolls are developed. During calculation algorithm principle of minimization of system potential energy is used. It allows to increase accuracy of design data and to improved rail quality per straightness. According to developed algorithm and program calculation of straightening modes is carried out which were worked on horizontal roll-straightening machine of rail-beam shop. On the basis of the experiments industrial researches, ones made changes in technical instruction TI 232-16-2009 (developed and confirmed instead of TI 232-16-2004) relating to adjustment gaps for thermal-forced rails of type P65 during their straightening in plane of high harshness were made.

**Keywords:** rails, algorithm, program, roughness, straightening modes, roll-straightening machine, straightness, residual voltage, deformation, roll displacement.

**Smirnov E. N., Ruchko V. N., Demchenko D. O. Research of change features of three-dimensional geometry of the liquid-hard constituent of section casting billet using a new method of reduction on the stage of crystallization // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The analysis of existing technological solutions and design features of the machinery, which is used for realization of the soft mechanical reduction method in the conditions of modern continuous casting machine for billet of foreign and domestic enterprises, is carried out. The presence of optimum terms for realization of the soft mechanical reduction, preventing formation of internal cracks and resulting in considerable improvement of internal structure of billet, is revealed. The way of cyclic soft mechanical reduction of the section billet, which includes two stages of deformation in the unit of reduction stand, consisting of two segments, each of which consists of two pairs of rolls, consecutively to its length in the final setting, is proposed. Research of change features of three-dimensional geometry of the liquid-hard constituent of the section billet on the stage of crystallization is conducted. The mathematical model for description of connections of deformation factors and researched characteristics of billet is received.

**Keywords:** soft cyclic reduction, unit of reduction stand, section, three-dimensional geometry.

**Gogaev K. A., Kalutsky G. Ya., Voropaev V. S., Kolpakov A. S. Improvement of rolling process of metal powders for at the cost of use of velocity asymmetry of working rolls // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

Power and angular parameters of asymmetric rolling of iron powders, titan and aluminum granules on rolls of different diameters, rotating with identical angular speed are investigated. The mismatch of district speeds of working rolls at asymmetric rolling was from 12 % to 42 %. It is established, that contact normal pressure at asymmetric rolling on roll of greater diameter always smaller, than on roll of smaller diameter irrespective of the mismatch district speeds rolls and rolling material. It is shown, that the mismatch of district speeds rolls creates conditions for decrease in power parameters and activation of shift processes in the deformation zone. To create such conditions the mismatch of working rolls should be not less than 20 %.

**Keywords:** rolling, metal powder, granules, asymmetry.

**Panchenko A. I., Tumko A. N., Mil'chev V. V., Sal'nikov A. S. Development of technological bases of powder tool steels deformation processing // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

PJSC Dneprospetsstal has mastered rolling and forging of die and high-speed steel produced by powder metallurgy methods for more than 60 steel grades: rolling practice is developed for bars up to 95 mm in diameter, production of round forgings up to 410 mm in diameter is implemented, for some die steels the production of round forgings up to

560 mm in diameter, square forgings up to 350 mm in square side and planed rectangular forgings with cross section width up to 600 mm is implemented; also production procedure for planed disks up to 750 mm in diameter is mastered. Due to high ductility of powder steel and reconstruction of the blooming mill rolls with the increasing of diameter from 950 mm to 1050 mm and engine power of 2500 kW to 3500 kW the single draft of cogging of extruded billets has increased and number of passes through the flat roll body has decreased from 12 to 6. That has resulted in discard reduction by 3–4 %.

**Keywords:** carbide inhomogeneity, forging, rolling, powder steels, pressing, ductility, deformation temperature, turning, reduction, hardness.

**Golovchenko A. P., Belikov U. M., Pilipenko S. V. Research of influence of method of serve and turn of purveyance on exactness of pipes at the cold pilger rolling on figures CTR // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The results of industrial experiment on research of change of outward diameter on length of pipes in the process of their cold rolling with the different execution of serve and turn of purveyance states in front and back position of cage (the first scheme – feed in the back position of the stand + rotation in the front position; the second scheme – feed in the back position of the stand + rotation in the front and back position of the stand; the third scheme – feed in the front and back position of the stand + rotation in the front position; the fourth scheme – feed in the front and back position of the stand + rotation in the front and back position of the stand) showed that from the tested charts the most acceptable from the point of view of receipt of exact outward diameter are charts: feed in the back position of the stand + rotation in the front and back position of the stand in the feed in the front and back position of the stand + rotation in the front and back position of the stand. Thus a chart with a double serve and double turn (on condition of equality of linear displacement of metal for double motion) due to the application of less disintegration of calibers and the receipt of considerably more exact pipes on a wall is more preferable.

**Keywords:** cold rolling of pipes, double serve and turn, diameter, waviness of pipes.

**Skachcov V. A., Berezhnaya O. R., Overchuk O. R., Kolobov G. A. Research of crystallization of tubes of small diameter from the aluminium alloys of precision exactness // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The complex of questions, related to providing of precision exactness of the thin-walled aluminium tubes is considered. Differential equalizations of process of cooling of fusion of aluminium are got in the conditions of continuous casting of tubes. From the decision of the system the eventual correlations are got settings the distributions of temperature on length of crystallizing dish and crystallized fusion. Statistical parameters are got of distribution of thickness and axial line of tubes passing the process of dragging in the sinking mode on immobile and mobile mountings. Terms, providing technological requirements on the removal of curvature of axial line are set.

**Keywords:** sinking, crystallizing dish, aluminium alloys, continuous casting, precision exactness.

**Obdul D. V., Shirokobokov V. V., Obdul V. D., Zasovenko A. V. Using of compact mechanisms in the mechanical presses when the connecting rod coefficient is equal to one // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The problem of further increasing of crank presses efficiency by using of differential-wheelwork in the main press drive using satellites' movement, which allows to obtain of the movement slider on the working stroke section with decreasing of contact time of the tool and the billet, or stroke slowdown for providing the optimal conditions of the technological process has been considered. Moreover the problems of creation the mechanical presses with compact (crankless) actuator have been analyzed, which will allow to decrease the press height, din and increase the press hardness. A technical solution which allows to apply the main actuating mechanism in drawing presses of double action and in nail automatic presses has also been developed.

**Keywords:** power, press, crank radius, press hardness, press height.

**Ray A. R., Sumskoy V. I. Parameters of direct idle stroke of the hydraulic hammer with the mass of the lower hammer block // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The mathematical model, the equations of motion of the hammer blocks, identified levels of increasing pressure in the hydraulic tank, the impact energy is determined anvilless hydraulic hammer with the mass of the lower hammer block. It is shown that the movement of the hammer blocks described by the equation of the parabola to superimposed harmonic component containing the cos-function. The increase of the pressure in the hydraulic tank with direct-load is shown which depends strongly on the area of the plungers which is determined according to the accepted value of the static pressure of the fluid in the hydraulic reservoir. The energy of the hammer blow anvil-less hammer as specified is defined.

**Keywords:** hammer, anvil, acceleration, energy, pressure.

**Macovei V. O., Borodiy Yu. P., Protsenko P. Yu. Calculation analysis of the tensely-deformed state of cutting elements of dividing stamps // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

In-process the conducted estimation is conducted by the method of complete elements of parameters of the process of cutting the sheet materials: an effort, pin pressures on cutting edges and forces of friction that operate on them and also the distribution of tensions, in the cutting elements of dividing stamps. These parameters depend on a diameter to the puncheon, the thickness of material, on the gap between a puncheon and matrix, mechanical properties of material. It is set that influence of the gap appears to be the most for tangent tensions, the tension along an axis it is small depended a puncheon on a gap. Reduction to the intensity of tensions  $\sigma_i$  on pin belts to the puncheon and matrix near cutting edges, and accordingly the decline of specific local efforts on cutting edges, assists the increase of their firmness. It is set that than less value of correlation of  $Dn/S$ , the anymore will be tensions in the axial zone of puncheon.

**Keywords:** the tensely-deformed state, felling, holing, dividing stamps, cutting edges, wears, efforts.

**Movshovich A. Ya., Deryabkina E. S., Ishchenko M. G., Fedoseeva M. E. Increasing of wear resistance of the guide elements of die by the of tooling method epilamirising // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The process of wear of guide elements of die tooling for the of the speed elementary acts of destruction is a slow one, which is a consequence of the forging force cycling on microprotrusions of friction surfaces. The main cause of the destruction of the surface layers of ribbing parts is related to the occurrence of fatigue cracking and separation of microscopic flakes of metal or its oxides. High specific pressure in the guide system elements cause the rupture of the boundary of the film, resulting in a molecular metal seizure, wear and fracture of asperities and plastic deformation. The results of research work on opportunities to improve the wear resistance of guide elements stamps by coating of surface-active substances by epilamirising. It provides the increased service life of dies and reduces wear of friction pairs, as well as eliminates the operation of their lubrication.

**Keywords:** shearing dies, control system, referral system, epilamirising, fine irregularities, wear resistance, heat treatment, nitriding, reliability, durability.

**Bol'shakov V. I., Verenev V. V., Junakov A. M. Development of industrial researches of dynamic processes in rolling mills // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

New results of transition processes studies on existing rolling mills, made in recent years are given. The high informational content of the moments measurements of elasticity force and vibration of equipment along the processes line of the drive and the ability of developing new methods of diagnosis of technical equipment condition are shown. The dynamic factor, the time of delay of the reaction of the of sites drive line, the frequency and the period of oscillation, and the coefficients of variation for the diagnosis of the technical state of the spindles, gear cage, gear couplings and gear are offered to be used. The examples of a new submission for each band of the processed results of time moment measurements, in the distribution form and in the array of points form of dynamic and static moments are described. It is shown what possible conclusions can be made about the stability of the technology and equipment operation.

**Keywords:** rolling mill, drive line, dynamic processes, new methods of diagnosis.

**Vorobey S. A., Baduk S. I. The main directions of development of casting and rolling units and complexes for bars and rods // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The main directions of development of high-quality casting and rolling units and complexes: the implementation of direct rolling technology, the combination of caster and rolling mill technology using hot tenements in the furnace of continuous casting mill, and the transition to the induction heating of metal billets, drop in temperature before entering the mill are analyzed. Based on the analysis of energy-power and speed casting-rolling parameters the basic schemes of casting-rolling plant for production of rolled small sections: the schemes with the direct combination of caster and rolling mill with the use of induction heating systems, the conventionally combined scheme with the fiery furnace, the conventionally combined scheme with induction heating systems are given.

**Keywords:** casting-rolling plant, caster, rolling mill, performance, induction heating.

**Konovalov Y. V., Khokhlov A. S. Calculation of the thermal regime of the furnace coiler of Steckel mill // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The paper proposes a new method for calculating the heating strips coiled into a roll on the winder drum kiln of Steckel mill, which suggests the feasibility of Steckel mills and furnace coilers of new configurations that support rolling temperature at a strictly defined level and exclude the roller conveyors of large lengths. The proposed method takes into account: the transfer of heat from the furnace zone to the bar with radiation, heat transfer to the bar from the arbor by the thermal conductivity, heat transfer between the turns of the roll. That calculation showed the feasibility of furnace coiler use complete with winding bar only for its further heating, because heating is done at the ends of the bar. In this way, heat is a restoration of the balance is restored along its length. The calculation of heating was made on the basis of the developed method.

**Keywords:** temperature, mill roller, drum winder, reel, the band pass, loop.

**Nikolaev V. A., Vasilyev A. A. Roll-skewing in the cage of quarto through wedge devices // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

In the article, on the basis of the developments known already, the method of crisscrossing of overhead and lower pair of rollers is offered, which can be applied in the wide strip mill rolling regardless of presence of other devices and affecting methods interrolling gap and, consequently, on the transverse type of section bar, the method of application of the offered method is described. In the offered method wedge devices are set between the pillows of supporting rollers and bars of bed from the side of included (output) of strip in fellings of continuous figure. Thus the lower pair of rollers is executed of the same construction or as well as in the known cages of quarto.

**Keywords:** working roller, roller bearing, in-roller gap, pillow, plunger, bar, cross-section, transverse section.

**Dragobetskii V. V., Shapoval A. A., Savelov D. V., Markevich A. G. Vibratory compaction experimental and industrial mills for not container vibrating pressing tungsten and molybdenum rods // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

For processing low ductility plastic rods of refractory metals and their composites is developed and applied as a separate process. The process allows you to process the workpiece which can't be amenable to drawn because of its low plasticity. The a device of the developed experimental industrial mill for No container vibratory compaction of tungsten and molybdenum rods, caterpillar traction device body vibration deformation site that provides anti-phase oscillations, the pickup body and deforming tools – wire are described. The kinematics system of interaction "clip - portage", a new V-clamp metal allowing the deformations of the metal heated to high temperatures are given. The technical specifications of the new experimental industrial mill are presented.

**Keywords:** mill, vibratory compaction, bar, matrix, metal, the deformation, site process, metal.

**Petrenko A. S. Evaluation of the feasibility and advisability usage mill of rolls with long barrels workers greater than the reference // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

The main characteristic of sheet mills is the length of the work rolls barrels. It determines the size of the mill assortment of rolled strips and sheets, and other system settings. On the basis of mathematical modeling of elastic deformation of the rolls and the roll pressure conditions of the contact interaction of work and backup rolls four-high stand were analyzed. The possibility of increasing the barrel of the work rolls from 3100 to 3400 mm, while maintaining existing long barrel rolls 2980 mm plate mill 3000, without deterioration of the system: the reference-work roll is shown. Lengthening the barrel of the work roll can extend the range of the camp to ensure the requirements of the requirements for flatness and transverse leaf form of sheet products.

**Keywords:** work rolls, the deformation of rolls, the roll pressure plate mill.

**Satonin A. V., Nastoyashaya S. S., Prisyagniy A. G. The development of engineering methods of calculating the stress-strain state of four-high roll assembly work stands wide strip // Materials working by pressure. – 2012. – № 4 (33).**

A widespread engineering mathematical model parameters of the stress-strain state of the node roll cages fourths of a hot and cold rolling of relatively thin strips, and identified the most significant disadvantages of these models have been analyzed. Engineering for a better method of determining the amount of deflection axis rolls, taking into account the uneven distribution of the length of the roll barrel pressure and bending of the work rolls has been proposed. On the basis of the theorem of Castiliano developed an engineering method for calculating the elastic deformation of rolls, taking into account the uneven distribution of the roll linear load and forced bending of the work rolls has been developed. The results of the developed method and identified further ways to improve it have been given.

**Keywords:** rolling, working roll, roller bearing, anti-bending, deflection, mathematical model.