

Редакционный совет:

Председатель редакционного совета:

И.Ю. Мезин - декан факультета стандартизации, химии и биотехнологий, зав. кафедрой, профессор, д-р техн. наук, ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск).

Члены редакционного совета:

В.В. Бринза - директор НИЦ Технологического прогнозирования, д-р техн. наук, Национальный исследовательский университет «МИСиС» (г. Москва);

М.Б. Гитман – профессор, д-р ф.-м. наук, ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ) (г. Пермь);

И.Г. Гун – генеральный директор ЗАО НПО «БелМаг», профессор, д-р техн. наук

А.А. Кавалек - профессор, Ченстоховский технологический университет, Институт обработки металлов давлением и инженерной безопасности, (Польша);

А.Г. Корчунов – проректор по международной деятельности, профессор, д-р техн. наук, ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск);

Е.Н. Смирнов – зав кафедрой, профессор, д-р техн. наук, Донецкий национальный технический университет, (г. Донецк, Украина).

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

А.М. Песин - профессор, д-р техн. наук, ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова».

Заместители главного редактора:

Г.Ш. Рубин - доцент, канд. техн. наук, ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова»;

Е.Г. Касаткина - доцент, канд. техн. наук, ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова».

Технический редактор:

Л.В. Крамзина - инженер, ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова».

Адрес редакции:

455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38

Тел.: (3519) 29-84-31

E-mail: tssa@magtu.ru

Журнал подготовлен к печати Издательским центром МГТУ им. Г.И. Носова

Отпечатан на полиграфическом участке МГТУ.

Подписано к печати 26.12.2014

Заказ 867. Тираж 500. Цена свободная

ISSN 2310-6093

Editorial committee:

Chairman of editorial committee:

I. Y. Mezin – Prof., Dr. Sc., Nosov Magnitogorsk State Technical University.

Members of the editorial staff:

V. V. Brinza – Dr. Sc., Director of Scientific Research Center of Technological Prognosis, National Research University «Moscow Institute of Steel and Alloys»;

M. B. Gitman – Prof., Dr. Sc., Perm National Research Polytechnic University;

I. G. Gun – Prof., Dr. Sc., General Director, BelMag JSC;

A. A. Kovalek – Prof., Czestochowa University of Technology, Institute of Metal Forming and Engineering Safety (Poland);

A. G. Korchunov – Prof., Dr. Sc., Vice-rector for International Relations, Nosov Magnitogorsk State Technical University;

E. N. Smirnov – Prof., Dr. Sc., Head of Department, Donetsk National Technical University (Ukraine).

Editorial staff:

Editor-in-chief:

A.M. Pesin – Prof., D.Sc., Nosov Magnitogorsk State Technical University.

Deputy chief editor:

G.Sh.Rubin – Assoc. Prof., Ph.D., Nosov Magnitogorsk State Technical University;

E.G. Kasatkina – Assoc. Prof., Ph.D., Nosov Magnitogorsk State Technical University.

Technical editor:

L.V.Kramzina – engineer, Nosov Magnitogorsk State Technical University.

Editorship address:

455000, city Magnitogorsk, Lenin Str. 38

Phone number: (3519)29-84-31

Email: tssa@magtu.ru

Published by publishing center of MSTU named after G. I. Nosov.

Signed for press 26.12.2014

Order 867. Circulation – 500 items. Free pr

ISSN 2310-6093

СОДЕРЖАНИЕ

Гун Г.С. Инновационные решения в обработке металлов давлением (научный обзор).....	5
Осипова Е.В., Мезин И.Ю. Совершенствование процессов контроля и учёта энергоресурсов на металлургическом предприятии.....	26
Михайловский И.А., Гун Е.И. Учет технологических рисков при анализе качества продукции путем иерархической декомпозиции качества.....	33
Гурьянов Г.Н., Зуев Б.М., Егоров В.Д. Решение комплекса технологических задач метизного производства при создании конкурентоспособных канатов в северном исполнении.....	38
Найзабеков А.Б., Гун Г.С., Данилова Ю.В., Полякова М.А. Общее и особенное в системах стандартизации России и Казахстана: сравнительный анализ	45
Гурьянов Г.Н., Смирнов С.В., Зуев Б.М. Влияние методов упрочнения дисперсионно-твердеющего сплава эп-543у на основные показатели качества проволочных пружин.....	52
Железков О.С., Мухаметзянов И.Ш., Малаканов С.А. Влияние схемы и режимов деформирования на качество проволоки трапециевидного сечения.....	58
Морозов Н.П., Железков О.С., Малаканов С.А. Повышение качества клеммных болтов за счет совершенствования процесса обрезки граней головки	62
Лимарев А.С., Маркварт Т.Ю. Улучшение показателей качества поверхности автомобильного листа.....	65
Песин А.М., Якобсон З.В., Баскакова Н.Т. Концептуальные подходы к качеству процессов управления в холдинговых компаниях.....	69
Рубин Г.Ш., Касаткина Е.Г. S-образная математическая модель единичной оценки качества.....	74
Шемшурова Н.Г. К вопросу об оценке механических свойств холодногнутых профилей проката.....	81
Саранча С.Ю., Левандовский С.А., Моллер А.Б. Информационные технологии как инструмент управления качеством раскрытия продукции и эффективностью сортопрокатного стана.....	88

CONTENT

Gun G.S. Innovative decisions in metal processing (scientific review).....	5
Osipova E.V., Mezin I.Yu. Development of controlling processes and energy resource registrations on metallurgical factory.....	26
Mikhailovsky I.A., Gun E.I. Technological risks assessment during quality analysis by hierarchical decomposition of the quality.....	33
Guryanov G.N., Zuev B.M., Egorov E.D. The solution of complex technological tasks metalware production with the creation of a competitive ropes in northern style.....	38
Naizabekov A. B., Gun G.S., Danilova Y. V., Polyakova M. A., General and specific in standardization systems of Russia and Kazakhstan: comparative analysis.....	45
Guryanov G.N., Smirnov S.V., Zuev B.M. The influence of methods of hardening of precipitation hardening alloy ep-u on the basic parameters of quality of the wire springs.....	52
Zhelezkov O.S., Mukhametzyanov I.S., Malakanov S. A. Influence schemes and modes of deformation on the quality of the trapezoidal wire.....	58
Morozov N.P., Zhelezkov O.S., Malakanov S. A. Improving the quality of terminal bolts by improving the process of cutting the edges of the head.....	62
Limarev A.S., Markvart T.Y. Improving the quality indicators of the surface of automotive sheet.....	65
Pesin A.M., Yakobson Z.V., Baskakova N.T. Conceptual approach to quality management process of the holding company.....	69
Rubin G.Sh., Kasatkina E.G. S-shaped mathematical model of a single quality assessment.....	74
Shemshurova N.G. On the determination of the mechanical properties of rolled formed sections.....	81
Sarancha S.Y., Levandovskiy S.A., Moller A.B. Information technology as a quality management tool cutting products and efficient section rolling mill...	88

УДК 621.771
Гун Г.С.

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ (НАУЧНЫЙ ОБЗОР)

Аннотация. В статье выполнен анализ результатов теоретических исследований кафедры машиностроительных и металлургических технологий Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.

Ключевые слова: качество, обработка металлов давлением, метизное производство, системный подход, инновационные решения.

Одной из ведущих российских кафедр в области обработки металлов давлением – кафедре металлургических и машиностроительных технологий (ММТ) МГТУ им. Г.И. Носова исполнилось 45 лет. Кафедра ММТ имеет богатую, насыщенную теоретическими и практическими разработками историю.

За 45 лет на кафедре открыты 5 специальностей: в 1969 г. - «Обработка металлов давлением» (первая и единственная в стране на протяжении многих лет специализация - «Метизное производство»); в 1987 г. - «Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия»; в 1995 г. - «Стандартизация и сертификация (в металлургии)»; в 1998 г. - «Сервис и техническая эксплуатация транспортных и технологических машин», «Материаловедение в машиностроении»; в 2010 г. - «Наноматериалы». В 1971 г. открыт НИИ-биметалл, в 2008 г. - «НИИ наносталей». В 1996 г. создан на базе МГТУ и ОАО «ММК» «Уральский региональный центр Академии проблем качества РФ», при МГМИ – «Ассоциация стандартизации, сертификации, контроля качества продукции и услуг», а также лицензированные Орган сертификации и Международный технический комитет по стандартизации продукции. Создан сначала кандидатский, затем докторский диссертационный совет по специальности «Стандартизация и управление качеством продукции» (метал-

лургия) – уникальный и единственный в стране по подготовке кадров высшей квалификации для металлургии. Только на ОАО Магнитогорский металлургический комбинат («ММК») свыше 100 человек защитили докторские и кандидатские диссертации в диссертационных советах нашего вуза, а всего только в совете по качеству выпущено свыше 50 докторов и кандидатов наук.

По рейтингам специальностей, проводимых Министерством образования РФ, кафедра неоднократно занимала 1 – 3 места по специальностям «Обработка металлов давлением» и «Стандартизация и управление качеством продукции».

Коллектив кафедры десятилетиями эффективно сотрудничает с ведущими научными школами России – прокатчиками Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН РФ (Юсупов В.С.), МИСиС (Бринза В.В., Зиновьев А.В., Кавалла Р.), МГТУ им. Н.Э. Баумана (Колесников А.Г.), Цветметобработка (Ашихмин Г.В.), ЮУрГУ (Шеркунов В.Г.), Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина (Богазов А.А.), Сибирский федеральный университет (Довженко Н.Н., Сидельников С.Б.), Тульский государственный университет (Яковлев С.С.) и многими другими отечественными и зарубежными организациями.

Только за последние три года по научным идеям кафедры выиграны три про-

екта по созданию высокотехнологичного производства с ОАО «ММК», ОАО «Мотовилихинские заводы», ОАО «ММК-МЕТИЗ» на общую сумму около 500 млн. рублей (руководители – Чукин М.В., Колокольцев В.М., Салганик В.М.).

В 1999 г. впервые в вузе Государственной премией в области науки и техники удостоен коллектив учёных кафедры во главе с профессором Стеблянко В.Л. за создание непрерывной промышленной линии по производству биметаллической проволоки на Магнитогорском метизно-металлургическом заводе [1, 2].

Во главе с доцентом В.Д. Голевым молодые учёные М.В. Чукин, И.Ю. Мезин, М.Я. Митлин спроектировали цех порошковой металлургии на Белебеевском заводе «Белсельмаш». Идеи молодых учёных И.Ю. Мезина, И.Г. Гуна, М.В. Чукина по переработке чугунной обрезки изложниц в порошок послужили толчком к созданию мини-завода порошковой металлургии «Феррум» на базе ОАО «ММК». Впервые в регионе мы стали производить порошковые изделия для ВАЗа, затем во главе с профессором И.Г. Гуном создано предприятие по выпуску автокомпонентов – ЗАО «БелМаг», которое в настоящее время является лидером по производству автокомпонентов в России и фактически служит базовой кафедрой университета на производстве [3-5].

Нельзя не отметить издательскую деятельность кафедры ММТ, выпустившей за эти годы сотни книг, монографий, пособий, сборников; занимающей лидирующие позиции в выпуске ваковского журнала «Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова», журналов «Обработка сплошных и слоистых материалов», «Качество в обработке материалов».

Кафедра всегда отличалась самобытностью и новаторством в теоретических разработках. Так, первый заведующий кафедрой, профессор Аркулис Г.Э. разработал уникальную теорию совместной пластической деформации разнородных металлов, послужившую базой для решения

задач конструирования и обработки слоистых материалов различных композиций и назначения. Эта теория в то время явилась прорывом в теории совместной деформации материалов с различными характеристиками, получила мировое признание и распространение [6, 7].

Тесное сотрудничество кафедры с метизными заводами страны и с единственным в то время исследовательским метизным центром СССР – ВНИИметизом позволили занять лидирующие позиции в теории метизного производства. Мощная группа метизников: Белалов Х.Н., Коковихин Ю.И., Кулеша В.А., Клековкина Н.А., Дорогобид В.Г., Щеголев Г.А., Харитонов В.А., Манин В.П., Чукин М.В., Корчунов А.Г. и др. фактически обеспечила теоретическую платформу метизной подотрасли СССР, а затем и России [8-12].

Международное признание получила и научная школа «порошковиков»: В.Д. Голев, И.Ю. Мезин, М.В. Чукин, М.Я. Митлин, Э.М. Голубчик, М.А. Полякова и др. На рубеже 80-90-х годов прошлого столетия в университете при кафедре ММТ открыта специальность «Порошковые и композиционные материалы, покрытия» и начата подготовка высококвалифицированных инженерных кадров в области порошковых технологий и нанесения покрытий. В 1988 г. по заданию Государственного комитета по образованию СССР научно-педагогический коллектив кафедры назначен разработчиком учебного плана по специальности «Порошковые и композиционные материалы, покрытия» для всех вузов СССР.

Представители научного коллектива, вовлеченные в научные исследования по проблемам порошковой металлургии и нанесения покрытий (научные руководители – Мезин И.Ю., Чукин М.В.), приняли участие в 17 научно-исследовательских работах, в числе которых 3 федеральные научно-технические программы по исследованиям в области порошковой технологии, Международный проект с техническим университетом г. Хемниц (ФРГ), 6 грантов по фундаментальным проблемам в области

металлургии и в области машиностроения. Под руководством И.Ю. Мезина разработаны теоретические принципы построения технологических процессов производства пористых металлоизделий для различных отраслей промышленности, заключающиеся в использовании холодной пластической деформации в качестве операции, обеспечивающей не только форму и размеры, но и одновременное формирование материала готового изделия, получены новые научные знания о консолидации отдельных элементов пористой металлической среды при холодном прессовании [13-19].

С кафедры ММТ вышла группа учёных, создавших кафедру технологий, сертификации и сервиса автомобилей и новое научное направление – Теория и практика производства метизов для автопрома: И.Г. Гун, И.Ю. Мезин, И.А. Михайловский, В.И. Куцепендик, В.В. Сальников, Д.С. Осипов и др. Научным коллективом под руководством д.т.н. Гуна И.Г. разработаны новые и усовершенствованы существующие процессы обработки давлением такие, как: планетарная обкатка, запрессовка, высадка, штамповка, планетарно-поворотная обкатка, закатка и др.; разработана концепция производства метизов для автопрома; пакеты методик расчета и испытательные стенды для автомобильных метизов. ЗАО «БелМаг», во многом благодаря своим теоретическим разработкам, стал лидером в России по производству автокомпонентов [20-40].

Новая концепция конструирования и формирования покрытий в процессах ОМД на основе принципа обеспечения динамической устойчивости технологического и эксплуатационного деформирования при стохастичности параметров управления и состояния разработана Чукиным М.В. Им предложен метод сравнения двух специальных нечетких множеств в задачах технологического и эксплуатационного деформирования изделий с покрытиями, учитывающий этапность и значимость целей соответствующих показателей для комплексного критерия оптимизации; создана реологическая модель упругопласти-

ческой пористой слоистой среды с межслойными границами произвольной формы и пространственной ориентации; получены условия совместной пластической деформации некомпактных элементов многослойного материала для случаев отсутствия и наличия деформационного упрочнения твердой фазы элементов композита. Под руководством М.В. Чукина проведен комплекс теоретических изысканий, в результате получены новые научные знания о процессе волочения проволоки с полимерными покрытиями при детерминированных значениях микрогеометрии межслойной границы и случайно-вероятностном характере распределения показателей микрогеометрии межслойной границы; определены границы устойчивости процесса электроконтактного напекания двухслойных покрытий при детерминированных значениях пористости и случайно-вероятностном характере распределения пористости по объему элементов композиции; выведены зависимости влияния параметров состояния пористых покрытий из самофлюсующихся порошковых сплавов на эксплуатационные показатели изделий с покрытиями при механическом воздействии абразивной средой. В результате исследований предложены теоретические принципы разработки оптимальных процессов технологического деформирования изделий с покрытиями и оптимальных конструкций покрытий в процессах эксплуатационного деформирования [41-48].

В конце прошлого столетия под руководством автора в МГТУ предложено новое научное направление – квалиметрия промышленной продукции и производственных процессов в металлургии, разработаны методология и методы комплексной количественной оценки материальных объектов, являющихся продуктом труда, технологических процессов, процессов организации работы предприятий и учреждений. Направление включает в себя разработку методов структурирования интегрального качества объекта, функционально-целевой анализ качества, исследование

качества с использованием метода QFD, исследование взаимодействий отдельных свойств, разработка методов оценки отдельных и комплексных свойств, разработка методов свёртки единичных и комплексных оценок в интегральную. Предложенное нами направление основывается на холистическом подходе и теоретических положениях теории систем и системного анализа, исследовании синергетических эффектов, математическом аппарате классической и нечёткой логики [49-56].

В 21-м веке кафедра ММТ (зав. кафедрой Чукин М.В.) получила новое мощное «дыхание». Создана современная, мирового уровня лабораторно-исследовательская база, выиграны «немыслимые» конкурсные программы и гранты, только за последние 5 лет с суммой более 300 млн. руб., где особенно значимы проекты по созданию нового высокотехнологичного производства [57-67].

С 2007 г. на кафедре ММТ под руководством проф. Чукина М.В. проводится комплекс научно-исследовательских работ, направленных на установление закономерностей формирования структуры и свойств ультрамелкозернистых (УМЗ) углеродистых сталей, методами деформационного измельчения [68-72]. Под УМЗ мы понимаем поликристаллические материалы с размером зерен менее 1000 нм, свойства которых значительно отличаются от свойств крупнозернистых материалов, что определяет реальные возможности их практического применения в разнообразных отраслях науки и техники. Исследования, которые были начаты под руководством Чукина М.В. и Копцевой Н.В. при участии сотрудников Института физики перспективных материалов ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», оказали существенную помощь в осуществлении процесса равноканального углового пресования (РКУП), одного из наиболее эффективных методов деформационного получения УМЗ структуры с размером зерна менее 1000 нм.

Копцевой Н.В. были доказаны феноменологические особенности структурных превращений в углеродистой конструкционной стали при деформационном измельчении зерна до размера 200-500 нм методом РКУП, выявлено влияние на них предварительной термической обработки и последующих деформационного и термического воздействий [71, 77, 79]. Определен механизм влияния структурообразования в углеродистых конструкционных сталях на механические свойства, формирующиеся в процессе РКУП и при последующих деформационно-термических воздействиях, которые характеризуются высоким уровнем прочностных характеристик при сохранении удовлетворительных пластических характеристик и ударной вязкости [78-80]. Раскрыты специфические особенности структурных превращений и механизма рекристаллизации при нагреве УМЗ низко- и среднеуглеродистой стали, объясняющие высокую стабильность ее структуры и свойств при термическом воздействии [81, 131]. Эти результаты вносят вклад в расширение представлений металловедения о фазово-структурных превращениях в сталях при внешних воздействиях и о влиянии структуры на их свойства.

В качестве способа формирования УМЗ структуры материала был разработан метод равноканальной угловой свободной протяжки, реализация которого позволила управлять свойствами металлов в условиях непрерывности технологического процесса изготовления проволоки [69, 70-72].

Полученные результаты показали возможность использования РКУП для получения в дешевых нелегированных сталях свойств, характерных для легированных сталей после упрочняющей термической обработки, для пластифицирования стали и успешного проведения последующей холодной пластической деформации с формированием высоких прочностных характеристик продукции. Была создана база данных, зарегистрированная в государственном реестре, позволяющая прогнозировать комплекс механических свойств УМЗ сталей и обеспечивающая накопле-

ние и подготовку исходных данных для создания новых технологических процессов с использованием методов интенсивной пластической деформации (ИПД) при производстве различных видов металлопродукции.

Внедрение результатов исследований позволяет значительно расширить класс конструкционных материалов для изготовления металлических изделий, обладающих повышенными прочностными свойствами, что имеет большое значение для металлургии и машиностроения и приносит существенный экономический эффект.

Эти работы получили развитие в настоящее время: с использованием физического моделирования на современном комплексе Gleeble 3500 в МГТУ исследуется возможность деформационного измельчения и получения УМЗ структуры углеродистой стали методами высокоскоростной и многоцикловой горячей пластической деформации [69-81].

Барышниковым М.П. разработан и внедрен новый подход к регламентации поверхностного слоя металлических изделий, заключающийся в рассмотрении зоны контактирования двух поверхностей как некоторой некомпактной пористой среды, где можно выделить две основные области: материал и пустое пространство. Применение такого подхода при рассмотрении процессов контактирования поверхностей позволяет использовать для моделирования и прогнозирования теоретические закономерности и математический аппарат, известные в механике некомпактных сред и порошковой металлургии [82, 83]. Барышниковым М.П. предложена методика прогнозирования механических свойств и напряженно-деформированного состояния (НДС) в процессах обработки давлением стальных заготовок с различными структурными неоднородностями (неметаллические включения, газовые поры, направленная структура, неоднородная деформация). Методика основана на представлении металлов, как некомпактной среды, и реализована методами конечно-элементного и

аналитического математического моделирования [84-85].

В основе наиболее распространенных программных пакетов по расчету процессов ОМД лежит механика сплошных сред. Математическая модель процесса деформации металла, представленная системой двадцати девяти дифференциальных уравнений, была создана с использованием некоторых упрощений, что влечет за собой рост погрешности результата вычислений. Ввиду сложности аналитического решения системы двадцати девяти дифференциальных уравнений применяют численные методы, самым распространенным из которых является метод конечных элементов. Применение численных методов, в свою очередь, также способствует увеличению погрешности вычислений.

В 1928 г. появилась фундаментальная работа Куранта, Фридрихса и Леви, посвященная численному решению дифференциальных уравнений в частных производных [86]. Интерес авторов заключался в использовании конечно-разностных методов решения дифференциальных уравнений как инструмента математики. Дискретизируя дифференциальные уравнения, доказывая сходимости дискретной системы к дифференциальной и, наконец, устанавливая существование решения дискретной системы алгебраическими методами, они доказывали теоремы существования и единственности решений для эллиптических, гиперболических и параболических дифференциальных уравнений. В этой работе было также получено и объяснено знаменитое необходимое условие устойчивости Куранта–Фридрихса–Леви, которое в современной терминологии гласит, что число Куранта должно быть меньше единицы. Этот подход является частным случаем клеточных автоматов [87]. В плане точности модели динамики клеточные автоматы конкурентоспособны, по крайней мере, с точки зрения их вычислительной эффективности.

Клеточные автоматы являются дискретными динамическими системами, эволюция которых полностью определяется в

рамках локальных зависимостей, что также свойственно большому классу непрерывных динамических систем, определенных уравнениями в частных производных. Клеточный автомат в каком-то смысле подобен физическому понятию «поля». Если представить клеточный автомат как своеобразный мир, где пространство расчерчено равномерной сеткой, каждая клетка (ячейка) которой характеризуется конечным количеством определенных параметров, время представлено последовательностью тактов, а законы мира представлены конечной таблицей переходов состояний для всех ячеек в зависимости от состояний соседних ячеек, то эта система достаточна для реализации сложных структур и явлений. Необходимо также отметить достоинство клеточных автоматов в общей парадигме параллельных вычислений [87].

Первой нашей попыткой создать модель реальной среды была система подвижных клеточных автоматов [88]. Среда представляла собой конечное количество элементарных элементов, взаимодействующих друг с другом по некоторому закону. В список параметров, характеризующих каждый элемент, входили координаты центра масс, масса и компоненты скорости. Варьируя закон взаимодействия элементов, можно было изменять свойства среды. Но эта система имела ряд недостатков, в частности, потребность в гигантской вычислительной мощности ПК, поскольку приходилось рассчитывать взаимодействия каждого элемента с каждым, а также количество тактов было слишком велико.

Вторая модель представляет собой классический клеточный автомат. Плоскость разделена на элементарные квадратные ячейки, а время, в свою очередь, – на такты.

В построенной нами модели рассматривается абстрактное возмущение, распространяющееся от источника по заданной области. Это отражает наиболее общий подход к моделированию физических взаимодействий в среде.

Обобщающий подход открывает широкие перспективы для моделирования

процессов ОМД. В этом случае возмущением может быть изменение положения материальной точки, скорость материальной точки, сила, напряжения, деформации. Клеточно-автоматная модель открывает широкие перспективы для разработки эффективных программ расчета НДС заготовки в процессе обработки давлением [87, 88].

В последние годы в вузе интенсивно развивается теория качества в рамках научной школы «Разработка и развитие теории квалиметрии и управления качеством продукции и производственных процессов» [89-102]. Рубиным Г.Ш. предложены основы функционально-целевого анализа [103-109]. Разработано понятие «функция объекта» (изделия, процесса), основанное на фундаментальных представлениях о взаимодействиях в физике. Определены три функции изделий, которые существенны для оценивания метизов: транспортная, монтажная и эксплуатационная. Обоснован и определен период существования объекта оценивания, в котором он выполняет потребительские функции. Этот период предложено назвать потребительской фазой. Разработан метод анализа структуры качества объекта, основанный на анализе функций, выполняемых при его потреблении. Исследователями МГТУ реализуется системный подход к комплексной оценке качества. Определён комплекс требований к операции свёртки, уточняющий известные ранее и опирающийся на положения логики относительных оценок. Введено понятие «акселерация оценок при свёртке», отражающее свойство эмерджентности в системах. Дано его математическое определение. Предложены функции свёртки, удовлетворяющие обоснованному в работе комплексу требований.

Мы считаем весьма продуктивным и разрабатываем процессный подход к оценке результативности технологического процесса. Разработаны понятия и методы локальной, глобальной и комплексной результативности многооперационного процесса производства, основанные на функциональном подходе к оценке технологического процесса, и методы их оценки, а

также новые методы совершенствования технологических процессов с целью получения заданного качества метизов, повышения результативности технологического процесса.

Разработаны методы оценки требований к заготовке на основе нечёткого моделирования для получения требуемого качества метизов в заданном технологическом процессе и метод факторного анализа результативности технологического процесса, позволяющий оценивать потенциальные возможности операций для повышения результативности процесса.

Разработан функциональный метод анализа качества витых изделий, отличающийся наиболее полным учётом требований потребителя к кабелю. Определены понятия «функция изделия» и «свойство изделия». Методом функционального анализа разработана структура качества геофизического кабеля, отличающаяся сетевым строением. Анализ структуры свойств изделия позволил выявить новое потребительское свойство геофизического кабеля – «жесткость», определяемое количественным показателем «осевая жесткость».

Разработана номенклатура показателей, характеризующая эффективность процесса производства шаровых пальцев, включающая комплекс требований потребителя к качеству продукции и специальные требования к технологическому процессу. Разработана методика оценки технологической эффективности процессов производства шаровых пальцев, основанная на вычислении комплексной оценки с учётом свойства акселерации комплексной оценки.

Предложен комплексный показатель результативности технологического процесса производства высокопрочной арматуры железобетонных шпал (ЖБШ), формирующийся на основе глобального и локального показателей процесса и метод его анализа, позволивший определить технологические резервы для достижения заданного уровня потребительских свойств готовой продукции.

На основе разработанной методики нечёткого моделирования технологического процесса получены математические модели пооперационного изменения прочностных и пластических свойств заготовки для производства самонарезающих винтов на этапе подготовки металла к холодной объемной штамповке [103-109].

Корчуновым А.Г. предложена методология разработки и применения математических моделей с элементами нечеткой логики для управления показателями качества металлических изделий в процессах их формирования и технологической наследственности при разработке новых и совершенствовании действующих технологий метизного производства [110-115]. Формализована процедура описания параметров управления процессами обработки, параметров состояния и показателей качества металлических изделий нечеткими и лингвистическими переменными. Разработана последовательность структурной и параметрической идентификации математических моделей с элементами нечеткой логики управления показателями качества продукции [110-112]. Сформулированы принципы анализа неблагоприятных наследственных связей в процессах формирования качества продукции, предложены и разработаны технологические мероприятия, направленные на подавление их развития или устранение с учетом специфики взаимодействия методов обработки различной физической природы в технологиях метизного производства [113-115].

В рамках научной школы «Разработка и развитие теории квалиметрии и управления качеством продукции и производственных процессов» Голубчиком Э.М. предложены научно обоснованные подходы к адаптивному оперативному управлению качеством металлопродукции применительно к многовариантным технологическим системам [116-119,127]. Сформированы теоретические положения и построены различные модели и алгоритмы, реализующие методы оперативного технологического воздействия на показатели качества металлопродукции в процессе ее

изготовления при возможной многовариантности технологической системы, обеспечивающие гарантированное достижение желаемого потребителем уровня качества. Такой подход позволяет предприятию-производителю наиболее эффективным образом использовать имеющиеся у него ресурсы для повышения своих конкурентных преимуществ, исключая затратные методы «проб и ошибок» при разработке технологий производства новых видов продукции. Учеными вуза в кооперации со специалистами-практиками проводятся комплексные исследования по применимости данной методологии при освоении инновационной металлопродукции, обладающей глубокой степенью переработки в условиях таких предприятий как ОАО «ММК», ОАО «Мотовилихинские заводы» (г. Пермь).

Повышение качества продукции является важным фактором, определяющим конкурентоспособность продукции. Это обеспечивается путем выстраивания надежных отношений между потребителями и производителями. Особую актуальность приобретают проблемы повышения качества продукции на современном этапе интеграции российской экономики в мировое экономическое пространство. Это требует решения ряда задач, среди которых совершенствование системы стандартизации на всех уровнях производственных отношений. К настоящему времени накоплен багаж знаний, разработаны принципы и методы стандартизации, нормативная база стандартизации насчитывает сотни нормативных документов. Однако, следует отметить отсутствие научных основ стандартизации; зачастую нормы, регламентируемые в стандартах, не соответствуют современному уровню развития техники и технологий; разработка, принятие и утверждение стандартов занимает довольно длительный промежуток времени; практически не действует заявляемый принцип опережающей стандартизации. Все это сдерживает быстрое внедрение современных достижений науки в действующее производство [120].

О качестве металлопродукции судят, прежде всего, по степени соответствия показателей качества требованиям нормативно-технической документации (НТД). Система обязательных требований в металлургии представлена более, чем 20000 нормативных документов, в основном советского периода. Она неудобна для применения, часто имеет рамочный характер, содержит завышенные, дублирующие и избыточные требования, не гармонизирована с мировой практикой. Общероссийский каталог стандартов Ростехрегулирования содержит перечень 1855 государственных стандартов по разделу 77 «Металлургия». Многие ГОСТы устарели и не отвечают новым требованиям и принципам стандартизации, не отражают в полной мере рыночных отношений. Кроме того, действующие в настоящее время отраслевые стандарты в большинстве характеризуются несистематизированностью, значительной долей устаревших требований, отсутствием программы развития.

Стандартизация характеризуется тем, что имеет объект, в качестве которого выступают предметы, явления, процессы, повторяющиеся в виде различных вариантов, причем выбранный из этого множества вариант должен быть оптимальным. Поиск оптимального варианта должен производиться на научной основе с использованием математической статистики, теории вероятностей, комбинаторной математики и т.д. Стандартизация предполагает определенный набор действий: выбор или разработку оптимальных решений, их узаконивание и оформление по установленному порядку, их практическое применение в практике по строго регламентированным правилам, т.е. стандартизацию можно рассматривать как систему приемов трудовой деятельности, как метод работы.

Основными задачами стандартизации в области металлургического производства в настоящее время являются: упорядочение (систематизация) информации в НТД; унификация количества НТД на определенный вид продукции; разработка методических основ с учетом внедрения инно-

ваний и модернизации металлургического производства, т.е. стандартизация должна быть действительно опережающей.

В МГТУ усилиями ученых Рубина Г.Ш., Поляковой М.А., Чукина М.В. и др. [120, 121] складывается новая наука о приёмах и методах разработки стандартов на промышленную продукцию. Для обозначения этой науки предложено использовать греческое слово *протипо* - стандарт. Следуя традициям словообразования русского языка - соединять названия предмета изучения с окончания «-логия», соответствующую науку о стандартизации называем «Протипология». Предметом данной науки является разработка методов согласования требований потребителя и возможностей изготовителя продукции. Этапами разработки стандартов являются:

1. Разработка требований потребителя, как набора свойств и характеризующих их измеряемых показателей.

2. Установление соответствия между потребительскими свойствами и свойствами изделия, контролируемые изготовителем продукции.

3. Максимальное сближение позиций изготовителя и потребителя и разработка стандарта как оптимального компромисса позиций сторон.

Наши научно-практические разработки последних лет доказывают перспективность и возможность внедрения нанотехнологий в действующие технологические процессы производства металлоизделий различного назначения. Результатом практической реализации фундаментальных исследований в области формирования наноструктуры в углеродистых сталях при различных видах ИПД стали разработанные технологические процессы получения различных видов метизной продукции. Использование углеродистой стали с УМЗ структурой для производства различных видов металлоизделий (проволока, машиностроительный крепеж, высокопрочная арматура для ЖБШ и др.) позволяет не только получить характерный для данного структурного состояния комплекс прочностных и пластических свойств, но

также в значительной степени расширяет области применения, приводит к экономии материальных и энергетических ресурсов.

Одним из примеров последовательной реализации предлагаемых этапов разработки стандартов, связанного с отсутствием нормативной базы для производства металлоизделий из сталей с УМЗ структурой, является разработанная нами технология производства высокопрочных болтов М16 из углеродистых сталей 20 и 45 после РКУП методом холодной высадки. Результаты испытаний показали, что использование УМЗ сталей может существенно повысить класс прочности болтов, что достаточно сложно обеспечить для данных марок стали традиционными методами обработки. Это объясняется деформационным измельчением структуры материала болтов и формированием в нем УМЗ структуры по всему сечению изделия. Согласно общей методологии протипологии в настоящее время реализованы первые два этапа разработки стандарта. В ходе первого этапа проведен анализ требований потребителей в получении высокопрочного крепежа с высокими значениями механических свойств. При этом немаловажную роль играет возможность замены легированных марок стали на углеродистые при сохранении требуемого уровня механических свойств. На втором этапе проведен комплекс теоретико-экспериментальных работ по установлению такой возможности. В настоящее время остро стоит необходимость разработки стандарта, либо разработки изменений в действующие нормативные документы, открывающие перспективы производства данного вида метизной продукции из углеродистых сталей с УМЗ структурой [11, 57-61, 63, 65, 66, 120, 121].

В 2010-2012 гг. специалистами ОАО «Магнитогорский метизно-калибровочный завод «ММК-МЕТИЗ» и учеными МГТУ реализован совместный проект по созданию высокотехнологичного производства высокопрочной арматуры диаметром 9,6 мм для ЖБШ высокоскоростных и тяжелонагруженных магистралей, поддержан-

ный Министерством образования Российской Федерации. Реализация проекта была направлена на достижение значимой научной цели, заключающейся в формировании наноструктурированного состояния высокоуглеродистых сталей в объемных длиннономерных изделиях [11, 57-61, 65, 66, 120, 121]. При реализации технологии первый этап разработки нормативной документации на этот вид металлопродукции реализован в виде требований ОАО «РЖД» как основного потребителя. На втором этапе учеными МГТУ и специалистами ОАО «ММК-МЕТИЗ» был проведен колоссальный объем экспериментальных исследований по установлению влияния режимов каждой операций технологического процесса на конечные потребительские свойства арматуры. В результате проведенных работ в действующие в ОАО «ММК-МЕТИЗ» технические условия ТУ 0930-011-01115863-2008 были внесены изменения в части расширения класса арматуры 1450К, а также нового вида исполнения: прутки со свободной длиной без резьбы на концах.

Несмотря на то, что по своим эксплуатационным характеристикам металлоизделия, получаемые из углеродистых сталей с УМЗ структурой, не уступают, а порой превосходят свои крупнозернистые аналоги, промышленное внедрение данных технологических процессов сдерживается отсутствием НТД. Основываясь на предлагаемом подходе, основным направлением развития стандартизации на современном этапе является использование основных положений протипологии для разработки стандартов, прежде всего отраслевого значения. Это будет являться базой не только для скорейшего внедрения, например, нанотехнологий в действующее промышленное производство, но станет значительным шагом вперед на пути адаптации требований отечественных стандартов мировым аналогам.

Кафедра ММТ МГТУ является практически единственной в России, выпускающей метизников, тесно сотрудничает с предприятиями этой отрасли в сфере науч-

ной деятельности. В настоящее время ведущим ученым – метизником, профессором кафедры Харитоновым В.А. проводится комплекс исследований, направленных на повышение конкурентоспособности проволоки и канатов. Под его руководством защищено 12 кандидатских диссертаций, посвященных решению актуальных проблем метизной подотрасли страны [12, 122-125, 128, 130]. В.А. Харитоновым предложен пакет методик проектирования: калибровок валков станов сортовой холодной прокатки и роликовых волок; ресурсосберегающих технологических процессов изготовления проволоки различного назначения; параметров периодического профиля холоднодеформированной проволоки из низко- и высокоуглеродистых сталей и инструмента для его нанесения; маршрутов волочения проволоки и выбора параметров волочильного инструмента на основе оценки геометрической скоростной и контактной неравномерности деформации.

Разработана теория калибрующего пластического обжатия прядей и канатов гладких и периодического профиля в роликовых волоках и модель расчета параметров структурообразования при волочении проволоки в роликовых волоках способом радиально-сдвиговой деформации.

Разработаны, прошли опытное промышленное опробование, внедрены в производство на промышленных предприятиях (ОАО «БМК», ОАО «ММК-МЕТИЗ», ЗАО «Уралкорд» и др.) новые технологии производства проволоки круглой перекрученной из высоколегированных и легких сплавов; проволоки фасонного и периодического профиля; из легированных, низко- и высокоуглеродистых сталей, проволоки высокоуглеродистой под металлокорд. Работы проводились совместно с ведущими научно-исследовательскими институтами: ВНИИМетиз (г. Магнитогорск), ВИЛС (г. Москва), НИИЖБ (г. Москва), ВНИИЖелезобетон (г. Москва) и др. [12, 122-126, 129].

Список литературы

1. Стеблянко В.Л. Создание технологий получения биметаллической проволоки и покрытий

на основе процессов, совмещенных с пластическим деформированием: дис. ... д-ра техн. наук: 15.05.2000 / Стеблянко Валерий Леонтьевич. Магнитогорск, 2000. 300 с.

2. Стеблянко В.Л., Ситников И.В.. Очистка и активация поверхности металлов перед плакированием и нанесением покрытий // «Черметинформация»: Обзорная информация. М., 1991. 22 с.

3. Использование чугуновой стружки в качестве сырья для производства порошков / А.А. Гостев, Г.С. Гун, М.В. Чукин, И.Ю. Мезин и др. // Новые технологии получения слоистых материалов и композиционных покрытий: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. Сочи. 5-8 октября 1992.

4. Гун Г.С., Мезин И.Ю. Production of Duroble Materials and Products on the basis of steel carbide chromium // Advances in Materials & Processes international conference & exhibition 16-19 февраля 1992. Бомбей, Индия, 1992.

5. НПО «БелМаг» - 10 лет движения вперед / Гун И.Г., Михайловский И.А., Осипов Д.С. и др. Магнитогорский Дом Печати. 2007. 104 с.

6. Аркулис Г.Э. Совместная пластическая деформация разнородных металлов. М.: Metallurgia, 1964. 272 с.

7. Аркулис Г.Э., Дорогобид В.Г. Теория пластичности. М.: Metallurgia, 1987. 352 с.

8. Белалов Х.Н., Клековкина Н.А., Клековкин А.А., Никифоров Б.А., Гун Г.С., Корчунов А.Г., Зюзин В.И., Кулеша В.А., Савельев Е.В. Производство стальной проволоки: монография. Магнитогорск: МГТУ, 2005. 543 с.

9. Белалов Х.Н., Клековкина Н.А., Гун Г.С., Корчунов А.Г., Полякова М.А. Стальная проволока: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 689 с.

10. Кулеша В.А., Клековкина Н.А., Белалов Х.Н. Изготовление высококачественных метизов (научный и практический опыт Белорецкого металлургического комбината). Коллективная монография. Белорецк: Магнитогорский Дом Печати, 1999. 328 с.

11. Производство высокопрочной стальной арматуры для железобетонных шпал нового поколения. Авторский коллектив. / Под общей редакцией М.В. Чукина / М.В. Чукин, А.Г. Корчунов, В.А. Бакшинов, М.П. Барышников, Г.С. Гун, Д.К. Долгий, Ю.Ю. Ефимова, В.М. Колокольцев, Н.В. Копцева, К.Ю. Куранов, В.Н. Лебедев, И.Ю. Мезин, М.А. Полякова, В.В. Чукин. М.: Metallurgizdat, 2014. 276 с.

12. Харитонов В.А. Направления развития технологических процессов производства проволоки // Метизное производство в XXI веке: Межвуз. сб. науч. тр. Магнитогорск, 2001. С. 4-15.

13. Мезин И.Ю. Развитие теории и технологии формирования металлоизделий холодным прессованием структурно-неоднородных материалов: дис. ... д-ра техн. наук: 24.05.2001 / Мезин Игорь Юрьевич. Магнитогорск, 2001. 360 с.

14. Мезин И.Ю. Формирование металлоизделий из структурно-неоднородных материалов:

монография. Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2000. 155 с.

15. Гун Г.С., Гун И.Г., Мезин И.Ю. и др. Эффективные способы глубокой переработки металла на базе Магнитогорских металлургических предприятий // Новые материалы и технологии НМТ-98: Материалы Всерос. науч.-техн. конф. М.: Изд-во «ЛАТМЭС», 1998. С. 72.

16. Ryabkov V.M., Gun G.S., Mezin I.Y. The principles of developing steel – carbide chrome composite powder materials by cold deformation of porous ingots // International Conference “Materials by Powder Technology – PTM 93”, March 23-26, 1993, Дрезден (ФРГ).

17. Гун Г.С., Мезин И.Ю. Исследование контактных явлений при развитии консолидации в порошковом материале // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. «Новые технологии получения слоистых и порошковых материалов, композиционных покрытий», Сочи. 1993. С. 115-116.

18. Теоретические и технологические основы производства порошков и изделий регулируемого состава на основе железа / Г.С. Гун, И.Ю. Мезин, И.Г. Гун и др. // Материалы Российской межвуз. науч.-техн. конф. «Фундаментальные проблемы металлургии», Екатеринбург: УГТУ. 1995. С. 91.

19. Получение порошковых материалов и изделий (Опыт работы завода «Марс»): монография / Г.С. Гун, А.А. Гостев, И.Ю. Мезин, Е.Г. Козодаев, И.Ф. Тимошенко, И.Г. Гун. Магнитогорск, 1993. 112 с.

20. Поляков М.Г., Никифоров Б.А., Гун Г.С. и др. Калибровка профиля петли двери легкового автомобиля ВАЗ // В кн.: Теория и практика производства стальных фасонных профилей: сб. науч. трудов. Магнитогорск: МГМИ, 1971, вып. 106.

21. Гун Г.С., Богатырев Ю.П., Кандауров Л.Е. и др. Калибровка таврового профиля для тормозных колодок автомобиля «Москвич» // В кн.: Теория и практика производства стальных фасонных профилей: сб. науч. трудов. Магнитогорск: МГМИ, 1974, вып. 140.

22. Гун Г.С., Рубин Г.Ш., Богатырев Ю.П. и др. Поле скоростей при прокатке тавровых профилей в трехвалковых калибрах // Изв. вуз. Черная металлургия. 1979. № 4.

23. Гун Г.С., Гостев А.А., Гун И.Г. Концепция мини-завода порошковой металлургии с использованием в качестве сырья чугуновой стружки // Новые технологии получения слоистых порошковых материалов, композиционных покрытий: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. Сочи 7-10 сентября 1993.

24. Выбор материала и разработка технологии изготовления тормозных элементов дискового тормоза легковых автомобилей методом порошковой металлургии / Г.С. Гун, И.Ю. Мезин, О.Б. Толмачева, И.Г. Гун, А.А. Гостев, Е.Г. Козодаев и др. // Состояние и перспективы развития научно-технического потенциала Южно-Уральского региона: Материалы Межгосуд. науч.-техн. конф. Магнитогорск: МГМИ, 1994. С. 124.

25. Использование порошков из чугуновой стружки Магнитогорского металлургического комбината в антифрикционных материалах / Г.С. Гун, И.Ю. Мезин, О.Б. Толмачева, И.Г. Гун, А.А. Гостев, Е.Г. Козодаев и др. // Обработка сплошных и слоистых материалов: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. Г.С. Гуна. Магнитогорск: МГМА. 1994. С. 54-65.
26. Развитие машиностроительного производства в условиях АО ММК / Г.С. Гун, А.А. Гостев, В.А. Куц, В.Е. Хребто, И.Г. Гун // Труды второго конгресса прокатчиков. М., 1998. С. 334-336.
27. Гун И.Г., Михайловский И.А. Способ чистовой обработки неполных сферических поверхностей обкатыванием // Технология машиностроения. 2001. № 4. С. 12-15.
28. Совершенствование режимов планетарной обкатки головок шаровых пальцев на основе анализа микротопографии поверхности с целью повышения качества изделий / И.А. Михайловский, В.В. Сальников, Д.С. Осипов, И.Г. Гун // Вестник Череповецкого государственного университета. 2011. № 1 (т. 2). С. 39-44.
29. Сальников В.В., Михайловский И.А., Гун И.Г. Моделирование процесса разрушения шарового шарнира передней подвески автомобиля при осевом нагружении // ААИ. 2011. № 2. С. 51-53.
30. Гун И.Г., Михайловский И.А. Анализ и совершенствование процесса планетарной обкатки головок шаровых пальцев // Совершенствование технологий производства и конструкций автомобильных компонентов: Сб. науч. тр. М.: ИД «ААИ-ПРЕСС», 2003. С. 119-123.
31. Михайловский И.А., Гун И.Г., Лапчинский В.В. Методика проведения и обработка результатов объединенных испытаний верхних шаровых пальцев передней подвески автомобилей ВАЗ 2101-2107 // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2004. № 4 (8). С. 43-50.
32. Михайловский И.А., Гун И.Г., Ясаков Ю.М. и др. Стенд для испытаний шаровых шарниров: Патент РФ № 2263889. БИ и ПМ. № 31.
33. Гун И.Г., Железков О.С., Михайловский И.А. Способ обработки неполной сферической головки шарового пальца поверхностным деформированием: Патент РФ № 2162785. Бюл. № 4. 10.02.2001.
34. Гун И.Г., Артюхин В.И., Калмыков Ю.В., Левченко П.Е., Сальников В.В., Гун Е.И. Патент РФ № 2475652 МКИ F16C 11/06. Шаровой шарнир // Оpubл. 20.02.2013. Бюл. № 5.
35. Гун И.Г., Артюхин В.И., Гун Е.И., Калмыков Ю.В., Сальников В.В., Куцпендик В.И. Патент РФ № 2501995 МКИ F16C 11/06, B62D 7/16. Шаровой шарнир рулевого управления // Оpubл. 20.12.2013. Бюл. № 35.
36. Шаровые шарниры шасси: совершенствование конструкций, технологий и методов оценки качества: монография / И.А. Михайловский, И.Г. Гун, Е.И. Гун, Е.Г. Касаткина. Магнитогорск: Изд-во: Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 201 с.
37. Разработка, моделирование и совершенствование процессов производства шаровых шарниров автомобилей / И.Г. Гун, И.А. Михайловский, Д.С. Осипов, В.И. Куцпендик, В.В. Сальников, Е.И. Гун, Ал. В. Смирнов, Ар.В. Смирнов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1 (45). С. 52-57.
38. Разработка процесса планетарно-поворотной обкатки / И.А. Михайловский, В.И. Куцпендик, Е.И. Гун, И.Г. Гун, В.В. Сальников // Металлургические процессы и оборудование. 2014. № 1. С. 39-45.
39. Разработка, моделирование и исследование процессов ОМД при производстве шаровых шарниров автомобилей / И.Г. Гун, Д.С. Осипов, И.А. Михайловский, Ю.В. Калмыков, В.И. Куцпендик, В.В. Сальников, Е.И. Гун // Инновационные технологии обработки металлов давлением: сб. докл. междунар. науч.-техн. конф. М.: НИТУ «МИСиС», 2011. С. 482-487.
40. Развитие процессов ОМД в производстве автокомпонентов / В.И. Куцпендик, И.Г. Гун, И.А. Михайловский, Д.С. Осипов, В.В. Сальников, Е.И. Гун, Ар.В. Смирнов, Ал.В. Смирнов // XIV International Scientific conference «New technologies and achievements in metallurgy, material engineering and production engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa. 2013. pp. 309-316.
41. Чукин М.В. Развитие теории и оптимизация процессов технологического и эксплуатационного деформирования изделий с покрытиями: дис. ... д-ра техн. наук: 23.10.2001 / Чукин Михаил Витальевич. Магнитогорск, 2001. 398 с.
42. Упрочняющие и восстанавливающие покрытия / Г.С. Гун, В.В. Кривошапов, М.В. Чукин, В.С. Адамчук, А.М. Цун. Челябинск: Металлургия, Челябинское отделение, 1991. 160 с.
43. Слоистые композиционные покрытия в метизной промышленности. Том 1 / Е.И. Кузнецов, М.В. Чукин, М.П. Барышников, О.В. Семенова. Магнитогорск: ПМП «МиниТип», 1997. 96 с.
44. Слоистые композиционные покрытия в метизной промышленности. Том 2 / Е.И. Кузнецов, М.В. Чукин, М.П. Барышников, О.В. Семенова. Магнитогорск: ПМП «МиниТип», 1997. 208 с.
45. Упрочнение прокатных валков напеканием чугуновых порошков / А.А. Гостев, М.В. Чукин, Г.С. Гун и др. // Пути развития машиностроительного комплекса Магнитогорского металлургического комбината: сб. науч. тр. / Под ред. А.А. Гостева. Магнитогорск: МГМА, 1996. С. 168-171.
46. Гун Г.С., Чукин М.В., Барышников М.П. Кинематика процесса волочения двухслойных композиций с полимерной составляющей // Материалы 5 Междунар. конф. «Пленки и покрытия». СПб., 1998. С. 5-8.
47. Чукин М.В. Развитие теории волочения проволоки с функциональными покрытиями // Ма-

териалы Первой Междунар. науч.-техн. конф. «Металлофизика и деформирование перспективных материалов». Самара. 1999. С. 36-37.

48. Гун Г.С., Чукин М.В. Оптимизация процессов технологического и эксплуатационного деформирования изделий с покрытиями: монография. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2006. 323 с.

49. Гун Г.С. Совершенствование технологии производства высокоточных профилей оптимизацией по комплексному критерию качества: дис. ... д-ра техн. наук: 18.09.1985 / Гун Геннадий Семенович. М., 1985. 276 с.

50. Гун Г.С. Управление качеством высокоточных профилей: монография. М.: Metallurgia, 1984, 152 с.

51. Гун Г.С., Сторожев С.Б. Расчет комплексного показателя качества на примере оценки качества стальных фасонных высокоточных профилей // Стандарты и качество. 1978. № 1.

52. Гун Г.С. Метод комплексной оценки качества металлопродукции // Изв. вузов. Черная металлургия. 1982. № 8.

53. Гун Г.С., Рубин Г.Ш., Пудов Е.А. и др. Комплексная оценка качества стальной канатной проволоки // Изв. вузов. Черная металлургия. 1983. № 12.

54. Гун Г.С. Теоретическое обоснование комплексной оценки качества металлопродукции Известия АН СССР. Металлы. 1983. № 4.

55. Гун Г.С. Критерии управления качеством процесса изготовления фасонных профилей // Известия АН СССР. Металлы. 1984. № 2.

56. Михайловский И.А. Повышение результативности производства шаровых шарниров на основе регламентации комплекса требований к качеству изделий и материалов: дис. ... д-ра техн. наук: 26.09.2011 / Михайловский Игорь Александрович. Магнитогорск, 2011. 310 с.

57. Высокопрочная арматура для железобетонных шпал нового поколения / С.Н. Ушаков, М.В. Чукин, Г.С. Гун, А.Г. Корчунов, М.А. Полякова // Путь и путевое хозяйство. 2012. № 11. С. 25-28.

58. Перспективы производства высокопрочной стальной арматуры для железобетонных шпал нового поколения на основе термомодеформационного наноструктурирования / М.В. Чукин, Г.С. Гун, А.Г. Корчунов, М.А. Полякова // Черная металлургия: Бюллетень Черметинформация. Вып. 4. 2012. С. 100-105.

59. Перспективы производства высокопрочной стальной арматуры для железобетонных шпал нового поколения на основе термомодеформационного наноструктурирования / М.В. Чукин, Г.С. Гун, А.Г. Корчунов, М.А. Полякова // Неделя металлов в Москве: Сб. тр. конф. 15-18 ноября 2011. М.: ВНИИМЕТМАШ, 2012. С. 79-87.

60. Chukin M., Gun G., Emaleeva D. Производство высокопрочной наноструктурированной арматуры для железобетонных шпал // XIII International Scientific conference "New technologies and achievements in metallurgy and materials engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna

Kawalek. Series: monographs No 24. Czestochowa. 2012. pp. 327-332.

61. Перспективы производства высокопрочной стальной арматуры из высокоуглеродистых марок стали / М.В. Чукин, Г.С. Гун, А.Г. Корчунов, М.А. Полякова // Черные металлы. Декабрь 2012. С. 8-15.

62. Организация малотоннажного производства наноструктурированных заготовок из многофункциональных сплавов со специальными свойствами / В.М. Колокольцев, М.В. Чукин, Г.С. Гун, Э.М. Голубчик, А.С. Кузнецова // Труды IX конгресса прокатчиков (Том 1). Череповец, 16-18 апреля 2013. С. 248-251.

63. Исследование влияния технологических режимов на механические свойства и микроструктуру высокопрочной арматуры диаметром 9,6 мм / М.В. Чукин, Г.С. Гун, А.Г. Корчунов, М.А. Полякова, Н.В. Копцева, Д.К. Долгий, А.В. Лысенин // IX International Scientific conference "New technologies and achievements in metallurgy and materials engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa. 2013. pp. 367-373.

64. Реализация проекта малотоннажного производства наноструктурированных заготовок из многофункциональных сплавов со специальными свойствами / М.В. Чукин, Г.С. Гун, Э.М. Голубчик, А.С. Кузнецова, Н.Ю. Бухвалов, К.С. Пустовойт // XIV International Scientific conference "New technologies and achievements in metallurgy and materials engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa. 2013. pp. 374-378.

65. Nanodimensional in high carbon steel structural part formation by thermal and deformation processing / Chukin M.V., Korchunov A.G., Gun G.S., Polyakova M.A., Koptseva N.V. // Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university. 2013. № 5 (45). pp. 33-35.

66. Перспективы производства высокопрочного крепежа из заготовок из углеродистых сталей с ультрамелкозернистой структурой / М.В. Чукин, М.А. Полякова, Г.Ш. Рубин, Н.В. Копцева, Г.С. Гун. // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2014. № 1. С. 39-44.

67. Исследование физико-механических свойств и структуры высокопрочных многофункциональных сплавов инварного класса нового поколения / М.В. Чукин, Э.М. Голубчик, Г.С. Гун, Н.В. Копцева, Ю.Ю. Ефимова, Д.М. Чукин, А.Н. Матушкин // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1 (45). С. 43-48.

68. Исследование эволюции структур наносталей 20 и 45 при критических степенях пластической деформации / М.В. Чукин, Р.З. Валиев, Г.И. Рааб, Н.В. Копцева, Ю.Ю. Ефимова // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2007. № 4 (20). С. 89-93.

69. Исследование формирования субмикрористаллической структуры поверхностного слоя

стальной проволоки с целью повышения уровня ее механических свойств / Г.С. Гун, М.В. Чукин, Д.Г. Емалева, Н.В. Копцева, Ю.Ю. Ефимова, М.П. Барышников // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2007. № 3 (19). С. 84-86.

70. Формирование субмикроструктурной структуры поверхностного слоя стальной проволоки методом РКУ-протяжки / Г.С. Гун, М.В. Чукин, Д.Г. Емалева, Н.В. Копцева, В.В. Чукин, М.П. Барышников // Труды седьмого конгресса прокатчиков. М., 2007. Т. 1. С. 364-368.

71. Дифракционный электронно-микроскопический анализ субмикроструктурной и нанокристаллической структуры конструкционных углеродистых сталей после равноканального углового прессования и последующего деформирования / М.В. Чукин, Н.В. Копцева, Р.З. Валиев, И.Л. Яковлева, G. Zgnik, T. Covarik // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2008. № 1 (21). С. 31-37.

72. Наноструктурирование сталемедной биметаллической проволоки / Ю.Ю. Ефимова, Н.В. Копцева, В.В. Чукин, Д.Г. Емалева, Т.А. Зубкова, О.А. Никитенко // Материалы 66-й науч.-техн. конф. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. Т. 1. С. 49-52.

73. Влияние предварительной термической обработки на структуру и свойства углеродистых конструкционных сталей 20 и 45, наноструктурированных методом равноканального углового прессования / Н.В. Копцева, Ю.Ю. Ефимова, М.В. Чукин., М.А. Полякова // Черные металлы (пер. с нем.). 2010. июль. С. 14-19.

74. Формирование структуры и механических свойств углеродистой конструкционной стали в процессе наноструктурирования методом равноканального углового прессования / Н.В. Копцева, Ю.Ю. Ефимова, М.П. Барышников, О.А. Никитенко // Деформация и разрушение материалов. 2011. № 7. С. 11-17.

75. Criterion estimation of severe plastic deformation efficiency from the position of their influence on the carbon steel structures evolution / M.V. Chukin, N.V. Koptseva, J.J. Efimova, O.A. Nikitenko, M.A. Polyakova // CIS Iron and Steel Review, 2010. pp. 28-31.

76. Механические свойства углеродистой конструкционной стали с ультрамелкозернистой структурой / М.В. Чукин, Н.В. Копцева, О.А. Никитенко, Ю.Ю. Ефимова // Черные металлы, специальный выпуск. 2011. С. 54-59.

77. Влияние температуры и длительности нагрева на термостабильность углеродистых конструкционных сталей с ультрамелкозернистой структурой, сформированной методом равноканального углового прессования / Н.В. Копцева, Ю.Ю. Ефимова, М.П. Барышников, Д.А. Михоленко // Деформация и разрушение материалов. 2011. № 8. С. 14-20.

78. Копцева Н.В., Михоленко Д.А., Ефимова Ю.Ю. Эволюция микроструктуры и свойств при нагреве феррито-перлитных углеродистых конструкционных сталей с ультрамелкозернистой струк-

турой, сформированной интенсивной пластической деформацией // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. №9. С. 85-91.

79. Исследование структуры и свойств болтов, изготовленных из наноструктурированных углеродистых сталей / Ю.Ю. Ефимова, Н.В. Копцева, В.В. Чукин, М.А. Полякова, М.П. Барышников // Обработка сплошных и слоистых материалов: Межвуз. сб. науч. тр. / Под ред. М.В. Чукина. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. № 38. С. 144-150.

80. Инновационный потенциал новых технологий производства метизных изделий из наноструктурных сталей / М.В. Чукин, Н.В. Копцева, М.П. Барышников, Ю.Ю. Ефимова, А.Д. Носов, Е.П. Носков, Б.А. Коломиец // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2009. № 2 (26). С. 64-68.

81. Копцева Н.В., Полякова М.А., Ефимова Ю.Ю., Кузнецова А.С., Мохнаткин А.В. Микроструктура и физико-механические свойства объемных ультрамелкозернистых материалов: Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2010620405 (29.07.2010); заяв. № 201062026 (07.06.2010); опублик. 20.12.2010. Бюл. ОБПБТ № 4 (75). С. 551.

82. Чукин М.В., Барышников М.П., Беляев А.О. Методика оценки коэффициента пропорциональности в процессах ОМД с применением средств объектно-ориентированного программирования // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2008. № 4 (24). С. 76-79.

83. Чукин М.В., Барышников М.П., Беляев А.О. Подход к определению коэффициента трения в задачах обработки металлов давлением на основе представления области контакта как некомпактной среды // Известия вузов. Черная металлургия. М.: НИТУ «МИСиС». 2010. № 3. С. 25-28.

84. Барышников М.П., Чукин М.В., Бойко А.Б. Анализ программных комплексов для расчета напряженно-деформированного состояния композиционных материалов в процессах обработки давлением // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. № 4 (40). С. 72-74.

85. Моделирование процесса волочения проволоки с учетом неоднородности структуры в программном комплексе SIMULIA ABAQUS / М.П. Барышников, М.В. Чукин, Г.С. Гун, А.Б. Бойко // Пластическая деформация металлов. Днепропетровск. 2014. С. 156-158.

86. R. Courant, K. Friedrichs, H. Lewy. Über die partiellen Differenzgleichungen der mathematischen Physik // Mathematische Annalen. 1928. Т. 100. № 1. С. 32-74.

87. Т. Тоффоли, Н. Марголус. Машины клеточных автоматов: Пер. с англ. М.: Мир, 1991. 280 с.

88. Рубин Г.Ш., Шишов А.А. Клеточно-автоматные модели деформируемой среды // Труды

восьмого конгресса прокатчиков. Магнитогорск, 2010. С. 451–453.

89. Методологический подход к управлению качеством метизной продукции, основанный на нечетких множествах / Г.Ш. Рубин, Ф.Т. Вахитова, В.Н. Лебедев, Е.Н. Гусева, А.А. Шишов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2009. № 4 (28). С. 50-53.

90. Управление качеством продукции в технологиях метизного производства: Монография / Корчунов А.Г., Чукин М.В., Гун Г.С., Полякова М.А. М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2012. 164 с.

91. Разработка теории квалиметрии метизного производства / Г.Ш. Рубин, М.В. Чукин, Г.С. Гун, Д.М. Закиров, И.Г. Гун // Черные металлы. Июль 2012. С. 15-21

92. Протипология – новый этап развития стандартизации метизного производства / Г.Ш. Рубин, М.А. Полякова, М.В. Чукин, Г.С. Гун // Сталь. 2013. № 10. С. 84-87.

93. Разработка теории квалиметрии производства металлоизделий / Г.С. Гун, М.В. Чукин, И.Г. Гун, А.Г. Корчунов, И.Ю. Мезин, Г.Ш. Рубин, Д.М. Закиров // Труды IX конгресса прокатчиков (Том 1). Череповец, 16-18 апреля 2013. С. 237-244.

94. Квалиметрия в металлургии / Г.Ш. Рубин, Г.С. Гун, М.В. Чукин, А.Г. Корчунов // Качество в производственных и социально-экономических системах: материалы Междунар. науч.-техн. конф. Курск, 2013. С. 185-189.

95. Разработка теории квалиметрии в металлургической отрасли / G.Sh. Rubin, G.S. Gun, M.V. Chukin, I.G. Gun, A.G. Korchunov // XIV International Scientific conference “New technologies and achievements in metallurgy and materials engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa. 2013. P. 51-55.

96. Metallurgy qualimetry theory design and development / G.S. Gun, G.Sh. Rubin, M.V. Chukin, I.G. Gun, I.U. Mezin, A.G. Korchunov // Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university. 2013. № 5 (45). pp. 67-69.

97. Гун Г.С., Чукин М.В., Рубин Г.Ш. Управление качеством в метизном производстве // Металлургические процессы и оборудование. ООО «Технопарк Дон ГТУ «УНИТЕКС» (Донецк, Украина). 2013. № 4(34). С. 106-112.

98. Разработка и развитие теории квалиметрии металлургии / Г.С. Гун, Г.Ш. Рубин, М.В. Чукин, И.Ю. Мезин, А.Г. Корчунов, И.Г. Гун // Материалы 10-й Междунар. науч.-техн. конф. «Современные металлические материалы и технологии (СММТ'13)» (25-29 июня 2013 г. Санкт-Петербург). СПб., 2013.

99. Научно-педагогическая школа Магнитогорского государственного технического университета по управлению качеством продукции и производственных процессов / Г.С. Гун, И.Ю. Мезин,

А.Г. Корчунов, М.В. Чукин, И.Г. Гун, Г.Ш. Рубин // Качество в обработке материалов. 2014. № 1. С. 5-8.

100. Генезис научных исследований в области качества металлопродукции / Г.С. Гун, И.Ю. Мезин, Г.Ш. Рубин, А.А. Минаев, А.Е. Назайбеков, Х. Дья // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1 (45). С. 92-97.

101. Концептуальная модель ситуационного центра промышленного предприятия / М.Б. Гитман, К.С. Пустовойт, В.Ю. Столбов, С.А. Федосеев, Г.С. Гун // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1 (45). С. 102-107.

102. Актуальные проблемы квалиметрии метизного производства в период зарождения шестого технологического уклада / Г.С. Гун, М.В. Чукин, Г.Ш. Рубин, И.Ю. Мезин, А.Г. Корчунов // Металлург. 2014. № 4. С. 92-95.

103. Рубин Г.Ш. Квалиметрия метизного производства: монография / Г.Ш. Рубин. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 167 с.

104. Рубин Г.Ш., Герасимова З.А., Вайсман Д.И. Расчет и анализ использования производственных мощностей метизной промышленности: Монография. М.: Металлургия, 1985. 48 с.

105. Комплексная оценка эффективности процессов производства шаровых пальцев: Монография / И.Г. Гун, Г.Ш. Рубин, В.В. Сальников и др. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. 133 с.

106. Об оценках пластического формоизменения / Г.С. Гун, А.И. Крылов, Г.Ш. Рубин и др. // Известия АН СССР. Металлы. 1976. № 6. С. 109-112.

107. Сравнение различных способов обработки металлов давлением по эффективности формоизменения / Г.Ш. Рубин, Г.С. Гун, Ю.П. Богатырев и др. // Изв. вузов. Черная металлургия. 1980. № 5. С. 52-54.

108. Выбор эффективной технологии получения профилей повышенной точности для машиностроения / Г.Ш. Рубин, Г.С. Гун, Е.А. Пудов и др. // Изв. вузов. Машиностроение. 1981. № 5. С. 155-157.

109. Исследование процесса высадки двухфланцевых шипов противоскольжения с использованием компьютерного моделирования / В.В. Андреев, Г.С. Гун, Г.Ш. Рубин, А.Г. Ульянов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2008. № 1 (21). С. 45-49.

110. Корчунов А.Г. Управление качеством метизной продукции на основе нечетких моделей описания технологической наследственности // Металлург. 2009. № 5. С. 50-53.

111. Korchunov A., Chukin M., Lysenin A. Methodology of developing mathematical models with fuzzy logic elements for quality indices control // Applied Mechanics and Materials Vol. 436 (2013). Pp. 374-381.

112. Корчунов А.Г., Лысенин А.В. Управление качеством метизной продукции в условиях неопределенности технологической информации //

Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. № 3 (39). С. 43-45.

113. Корчунов А.Г. К вопросу обеспечения качества продукции в технологиях метизного производства // *Металлург*. 2008. № 10. С. 67-72.

114. Корчунов А.Г. Совершенствование методики управления качеством продукции в технологических процессах метизного производства // *Производство проката*. 2008. № 12. С. 8-13.

115. Корчунов А.Г. Методология управления показателями качества продукции в технологиях метизного производства на основе моделей с элементами нечеткой логики: дис. ... д-ра техн. наук: 18.05.2010 / Корчунов Алексей Георгиевич. Магнитогорск, 2010. 320 с.

116. Голубчик Э.М. Адаптивное управление качеством металлопродукции // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. 2014. № 1 (45). С. 63-69.

117. Голубчик Э.М., Телегин В.Е., Рубин Г.Ш. Применение принципов технологической адаптации при управлении показателями качества в многовариантной технологической системе изготовления холоднокатаной ленты // *Качество в обработке материалов*. 2014. № 1. С. 34-41.

118. Применение адаптационных механизмов для повышения качества продукции с глубокой степенью переработки // Э.М. Голубчик, А.Г. Корчунов, К.Г. Пивоварова, А.В. Лысенин // *Вестник Воронежского гос. техн. ун-та*. 2011. № 5. С. 131-134.

119. Голубчик Э.М. Адаптивные подходы к управлению качеством продукции в многовариантных технологических системах // *Методы менеджмента качества*. 2013. № 7. С. 36-41.

120. Рубин Г.Ш., Полякова М.А. Развитие научных основ стандартизации // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. 2014. № 1 (45). С. 97-102.

121. Полякова М.А., Рубин Г.Ш. Современное направление стандартизации как науки // *Черные металлы*. 2014. № 6. С. 32-37.

122. Зюлин В.Д., Харитонов В.А. Устойчивость высокой полосы при прокатке в гладких валках. Сообщение 1 // *Изв. вузов. Черная металлургия*. 1981. № 6. С. 60-63.

123. Зюлин В.Д., Харитонов В.А. Устойчивость высокой полосы при прокатке в гладких валках. Сообщение 2 // *Изв. вузов. Черная металлургия*. 1982. № 2. С. 32-35.

124. Харитонов В.А. Развитие теории и технологии прокатки в четырехвалковых калибрах проволоки различного назначения // *Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: Межрегион. сб. науч. тр. Магнитогорск*. 2002. С. 273-277.

125. Харитонов В.А., Корчунов А.Г., Зайцева М.В. Повышение эффективности технологического процесса изготовления низкоуглеродистой арматурной проволоки // *Производство проката*. 2005. № 8. С. 21-25.

126. Колокольцев В.М. Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. История. Развитие // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. 2014. № 1(45). С. 5-6.

127. Производство многофункциональных сплавов инварного класса с повышенными эксплуатационными свойствами / В.М. Колокольцев, М.В. Чукин, Э.М. Голубчик, Родионов Ю.Л., Бухвалов Н.Ю. // *Металлургические процессы и оборудование*, 2013. № 3 (33). С. 47-52.

128. Подготовка квалифицированных кадров в условиях университетского комплекса / Колокольцев В.М., Разинкина Е.М., Глухова А.Ю. // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 2010. Т. 12. № 1-2. С. 615-618.

129. Научная деятельность ГОУ ВПО «МГТУ» в условиях развития нанотехнологий / Чукин М.В., Колокольцев В.М., Гун Г.С., Салганик В.М., Платов С.И. // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. 2009. № 2. С. 55-59.

130. Колокольцев В.М. Пять лет от аттестации до аттестации // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*, 2008. № 1. С. 5-11.

131. Колокольцев В.М., Гольцов А.С., Брялин М.Ф. Повышение эксплуатационных свойств отливок из жароизносостойких хромомарганцевых чугунов // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. 2007. № 4 (20). С. 22-25.

References

1. Steblyanko V.L. Creation of the technologies for bimetal wire and coatings production based on combined with plastic deformation processes: dis. ... doctoral degree (technical sciences): 15.05.2000 / Steblyanko Valeriy Leotyevich. Magnitogorsk, 2000. 300 p.

2. Steblyanko V.L., Sitnikov I.V. Cleaning and activating metal surfaces before plating and coating processes. *Chermetinformatsia: overview information*. M., 1991. 22 p.

3. Usage of pig iron chip as rough stock for powder production / Gostev A.A., Gun G.S., Chukin M.V., Mezin I.Yu. and others // *New technologies for obtaining laminated materials and composite coatings: Papers of International scientific and technical conference. Sochi. 5-8 October, 1992*.

4. Gun G.S., Mezin I.Yu. Production of Duroble Materials and Products on the basis of steel carbide chromium // *Advances in Materials & Processes international conference & exhibition. 16-19 February 1992. Mumbai, India, 1992*.

5. JSC BelMag – 10 years of moving ahead / Gun I.G., Michailovskiy I.A., Osipov D.S. and others. Magnitogorsk Publishing house. 2007. 104 p.

6. Arkulis G.E. Joint plastic deformation of variegated metals. *M. Metallurgia*, 1964. 272 p.

7. Arkulis G.E., Dorogobid V.G. The theory of plasticity. *M. Metallurgia*, 1987. 352 p.

8. Belalov Kh.N., Klekovkina N.A., Klekovkin A.A., Nikiforov B.A., Gun G.S., Korchunov A.G., Zuzin V.I., Kulesha V.A., Savelyev E.V. Production of carbon wire: monography. Magnitogorsk: MG TU, 2005. 543 p.
9. Belalov Kh.N., Klekovkina N.A., Gun G.S., Korchunov A.G., Polyakova M.A. Carbon wire: monography. Magnitogorsk: Published in Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2011. 689 p.
10. Kulesha V.A. Production of high quality metal products (scientific and practical experience of Beloretsk metallurgical works). Collective monography. Beloretsk: Magnitogorsk Publishing House, 1999. 328 p.
11. High quality high-tensile reinforcement manufacturing for concrete sleepers of modern highways / Chukin M.V., Korchunov A.G., Bakshinov V.A., Baryshnikov M.P., Gun G.S., Dolgii D.K., Efimova Yu.Yu., Kolokoltsev V.M., Koptseva N.V., Kuranov K.Yu., Lebedev V.N., Mezin I.Yu., Polyakova M.A., Chukin V.V. M.: Metallurgizdat, 2014. 276 p.
12. Kharitonov V.A. Wire manufacturing technological processes developing tendencies // Metz production in XXI century: Interuniversity scientific papers' collection. Magnitogorsk, 2001. pp. 4-15.
13. Mezin I.Yu. Developing of theory and technology for obtaining metal products by pressing structural heterogeneous materials: dis. ... doctoral degree (technical sciences): 24.05.2001 / Mezin Igor Yurevich. Magnitogorsk, 2001. 360 p.
14. Mezin I.Yu. Obtaining metal products from structural heterogeneous materials: monography. Magnitogorsk: Published in Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2000. 155 p.
15. Gun G.S., Gun I.G., Mezin I. Yu. and others. Downstream metal production effective methods on the bases of Magnitogorsk metal manufacturing enterprises. // New materials and technologies: Materials of All-Russian scientific and technological conference. M.: Publishing house LATMES, 1998. p. 72.
16. Ryabkov V.M., Gun G.S., Mezin I.Yu. The principles of developing steel – carbide chrome composite powder materials by cold deformation of porous ingots // International Conference “Materials by Powder Technology – PTM 93”, March 23-26, 1993, Dresden, Germany.
17. Gun G.S., Mezin I.Yu. Investigation of contact phenomenon during consolidation process in powder material // New technologies for obtaining laminated and powder materials, composite coatings: Papers of International scientific and technical conference. Sochi. 1993. pp. 115-116.
18. Theoretical and technological manufacturing basis of steel foundation metal powder and items with varied composition / Gun G.S., Mezin I.Yu., Gun I.G. and others // Papers of All-Russian Interuniversity scientific and technological conference “Fundamental problems in metallurgy”. Yekaterinburg: UGTU. 1995. p. 91.
19. Powder materials and workpieces manufacturing (experience of “MARS” enterprise): monography / Gun G.S., Gostev A.A., Mezin I.Yu., Kozodaev E.G., Timoshenko I.F., Gun I.G. Magnitogorsk, 1993. 112 p.
20. Polyakov M.G., Nikiforov B.A., Gun G.S. and others. Automobile VAZ hinge shape calibration. In “Theory and practice of steel sectional shape production”. Magnitogorsk: MGMI, 1971. Vol. 106.
21. Gun G.S., Bogatyrev Yu.P., Kandaurov L.E. and others. Automobile Moskvich brake block T-shape profile calibration. In “Theory and practice of steel sectional shape production”. Magnitogorsk: MGMI, 1974. Vol. 140.
22. Gun G.S., Rubin G.Sh., Bogatyrev Yu.P. and others. Field of velocotoes during T-shape rolling in three-rolled gauges // Izvestiya vuzov. Chernaya metallurgiya. 1979. №4.
23. Gun G.S., Gostev A.A., Gun I.G. Powder metallurgy mini-plant conception with using pig iron chips as an input material // New technologies for obtaining laminated and powder materials, composite coatings: Papers of International scientific and technical conference. Sochi. 1993.
24. Material choice and developing powder metallurgy production technology of the brake element for automobile disk brake / Gun G.S., Mezin I.Yu., Tolmacheva O.B., Gun I.G., Gostev A.A., Kozodaev E.G., and others // Status and perspectives for scientific and technical potential development of South Ural region: Papers of Interstate scientific and technological conference. Magnitogorsk: MGMI, 1994. p. 124.
25. Using pig iron chips form Magnitogorsk iron and steel works for antifriction materials production / Gun G.S., Mezin I.Yu., Tolmacheva O.B., Gun I.G., Gostev A.A., Kozodaev E.G., and others // Solid and laminated materials processing: Interinstitutes collection of scientific papers. Ed. by Gun G.S. Magnitogorsk: MGMA, pp. 54-65.
26. Mechanical engineering complex development at OJSC MMK / Gun G.S., Gostev A.A., Kuts V.A., Khrebtov V.E., Gun I.G. // Papers of II Congress of roll producers. M., 1998. pp. 334-336.
27. Gun I.G., Mikhailovskii I.A. Method of finishing the partially spherical surfaces by rolling // Mechanical engineering technology. 2001. № 4. pp. 334-336.
28. Improvement of ball-and-socket joint head round running process based on the surface microtopography analysis for quality items improvement / Michailovskii I.A., Salnikov V.V., Osipov D.S., Gun I.G. // Vestnik Cherepovets state university. 2011. № 1. Vol. 2. pp. 39-44.
29. Salnikov V.V., Mikhailovskii I.A., Gun I.G. Simulating front suspension ball-and-socket joint damage process during axial loading // Journal AAU. 2011. № 2. pp. 51-53.
30. Gun I.G., Mikhailovskii I.A. Analysis and improvement of ball-and-socket joint head round running process // Improvement of technological processes and automobile components design: collection of scientific papers. M.: Publishing house «ААИ-ПРЕСС», 2003. pp. 119-123.

31. Mikhailovskii I.A., Gun I.G., Lapchinskii V.V. Implementation method and results analysis of VAZ 2101-2107 front suspension upper ball-and-socket joint consolidated test // Vestnik Nosov Magnitogorsk state technical university. 2004. №4 (8). pp. 43-50.
32. Mikhailovskii I.A., Gun I.G., Yasakov Yu.M. and others. Test bench for ball-and-socket joint testing: Patent RU № 2263889. Bul. № 31.
33. Gun I.G., Gelezkov O.S., Mikhailovskii I.A. Processing method of the ball-and-socket joint partially spherical surface by rolling: Patent RU № 2162785. Bul. №4. 10.02.2001.
34. Gun I.G., Artukhin V.I., Kalmykov Yu.V., Levchenko P.E., Salnikov V.V., Gun E.I. Ball-and-socket joint: Patent RU № 2475652. MKI F16C 11/06. Bul. №5.
35. Gun I.G., Artukhin V.I., Gun E.I., Kalmykov Yu.V., Salnikov V.V., Kutsependik V.I. Steering ball-and-socket joint. Patent RU № 2501995 MKI F16C 11/06, B62D 7/16. Bul. №35.
36. Chassis ball-and-socket joint: improvement of constructions, manufacturing technologies and quality control methods: monography / Mikhailovskii I.A., Gun I.G., Gun E.I., Kasatkina E.G. Magnitogorsk: Publishing house of Nosov Magnitogorsk state technical university, 2014. 201 p.
37. The development, modeling and improvement of automotive ball joints manufacturing processes / I.G. Gun, I.A. Mikhailovskiy, D.S. Osipov, Kutsependik V.I., Salnikov V.V., Gun E.I., Smirnov A.V., Smirnov A.V. // Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2014. № (45). pp. 52-57.
38. Rond-rotating rolling method development / Mikhailovskii I.A., Kutsependik V.I., Gun E.I., Gun I.G., Salnikov V.V. // Metallurgical processes and equipment. 2014. №1. pp. 39-45.
39. Development, simulation and investigation of metal forming processing during automobile ball-and-socket joint manufacturing // Gun I.G., Osipov D.S., Mikhailovskii I.A., Kalmykov Yu.V., Kutsependik V.I., Salnikov V.V., Gun E.I. // Metal forming processing innovative technologies: Papers of International scientific and technological conference. M. MISIS, 2011. pp. 482-487.
40. Metal forming processing development during to automobile component parts manufacturing / Kutsependik V.I., Gun I.G., Mikhailovskii I.A., Osipov D.S., Salnikov V.V., Gun E.I., Smirnov Ar.V., Smirnov Al.V. // XIV International Scientific conference «New technologies and achievements in metallurgy, material engineering and production engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa. 2013. pp. 309-316.
41. Chukin M.V. Theory development and optimization of technological and operational deformation processes of coated units: dis. ... doctoral degree (technical sciences): 23.10.2001 / Chukin Michail Vitalyevich. Magnitogorsk, 2001. 398 p.
42. Strengthening and recovering coatings / Gun G.S., Krivoschapov V.V., Chukin M.V., Adamchuk V.S., Tsun A.M. Chelyabinsk: Metallurgiya, Chelyabinsk branch, 1991. 160 p.
43. Laminated composite coatings in metal items production. Vol. 1 / Kuznetsov E.I., Chukin M.V., Baryshnikov M.P., Semenova O.V. Magnitogorsk: Publishing house MiniTip, 1997. 96 p.
44. Laminated composite coatings in metal items production. Vol. 2 / Kuznetsov E.I., Chukin M.V., Baryshnikov M.P., Semenova O.V. Magnitogorsk: Publishing house MiniTip, 1997. 208 p.
45. Rollers for rolling mills hardening by pig iron powder sintering / Gostev A.A., Chukin M.V., Gun G.S. and others // Development tendencies of mechanical engineering complex OJSC MMK: collection of scientific papers. Ed. by Gostev A.A. Magnitogorsk, 1996. pp. 168-171.
46. Gun G.S., Chukin M.V., Baryshnikov M.P. Bilayed composite materials with polymer matrix drawing process kinematics // Materials 5 International conference "Films and coatings". S-Peterburg, 1998. pp. 5-8.
47. Chukin M.V. Coated wire drawing theory development // Materials of the First international scientific and technical conference "Metal physics and perspective materials deforming". Samara. 1999. pp. 36-37.
48. Gun G.S., Chukin M.V. Optimization of technological and operational deformation processes of coated units: monography. Magnitogorsk: MGTU, 2006.323 p.
49. Gun G.S. Improvement of high-precise profiles manufacturing technology using quality complex criteria: Diss.... doctoral degree (technical sciences). 18.09.1985 / Gun Gennadii Semenovich. Moscow, 1985. 276 p.
50. Gun G.S. High-precise profiles quality management: monography. M.: Metallurgiya, 1984. 152 p.
51. Gun G.S., Storogev S.B. Quality complex criteria evaluation on the example of high-precise quality estimation // Standards and quality. 1978. № 1.
52. Gun G.S. Method of metal products complex quality estimation // Izvestiya vuzov. Chernaya metallurgiya. 1982. № 8.
53. Gun G.S., Rubin G.Sh., Pudov E.A. and others. Steel rope wire complex quality estimation // Izvestiya vuzov. Chernaya metallurgiya. 1983. №12.
54. Gun G.S. Theoretical bases for metal products complex quality estimation // Izvestiya Academy of science USSR. Metals. 1983. № 4.
55. Gun G.S. Criteria of high-precise profiles manufacturing process quality management // Izvestiya Academy of science USSR. Metals. 1984. № 2.
56. Mikhailovskii I.A. effectiveness increasing of ball-and-socket joint manufacturing based on complex demands to units and materials quality regulation: dis. ... doctoral degree (technical sciences): 26.09.2011 / Mikhailovskii Igor Aleksandrovich. Magnitogorsk, 2011. 310 p.
57. High-strength reinforcement for ferro-concrete sleepers of new generation / Ushakov S.N., Chukin M.V., Gun G.S., Korchunov A.G., Polyakova

M.A. // Rail way and transportation sector. 2012. №11. pp. 25-28.

58. High-strength reinforcement for ferro-concrete sleepers of new generation manufacturing prospects based on thermal and deformational nanostructuring / Chukin M.V., Gun G.S., Korchunov A.G., Polyakova M.A. // Ferrous metallurgy. Chermetinformatia: overview information. Vol. 4. 2012. pp. 100-105.

59. High-strength reinforcement for ferro-concrete sleepers of new generation manufacturing prospects based on thermal and deformational nanostructuring / Chukin M.V., Gun G.S., Korchunov A.G., Polyakova M.A. // Week of metals in Moscow: collection of conference papers. 15-18 November, 2011. M. VNIIMETMASH, 2012. pp. 79-87.

60. Chukin M., Gun G., Emaleeva D. Manufacturing of high-strength nanostructured reinforcement for ferro-concrete sleepers // XIII International Scientific conference "New technologies and achievements in metallurgy and materials engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 24. Czestochowa. 2012. pp. 327-332.

61. Prospects of production of high-strength steel reinforced bars made of high-carbon steels / M.V. Chukin, G.S. Gun, A.G. Korchunov, M.A. Polyakova // Chernye metally. December 2012. pp. 8-15.

62. Organization of low-capacity manufacturing nanostructured workpieces from multifunctional alloys with special properties / Kolokoltsev V.M., Chukin M.V., Golubchik E.M., Kuznetsova A.S. // Papers of IX Congress of roll producers. Vol. 1. Cherepovets, 16-18 April, 2013. pp. 248-251.

63. Investigation of technological regimes impact on mechanical properties and microstructure of high-strength reinforcement with 9.6 mm diameter / Chukin M.V., Gun G.S., Korchunov A.G., Polyakova M.A., Koptseva N.V., Dolgii D.K., Lysenin A.V. // IX International Scientific conference "New technologies and achievements in metallurgy and materials engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa. 2013. pp. 367-373.

64. Implementation of project for low-capacity manufacturing of nanostructured workpieces from multifunctional alloys with special properties / Chukin M.V., Gun G.S., Golubchik E.M., Kuznetsova A.S., Bukhvalov N.Yu., Pustovoiit K.S. // XIV International Scientific conference "New technologies and achievements in metallurgy and materials engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa. 2013. pp. 374-378.

65. Nanodimensional in high carbon steel structural part formation by thermal and deformation processing / Chukin M.V., Korchunov A.G., Gun G.S., Polyakova M.A., Koptseva N.V. // Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university. 2013. № 5 (45). pp. 33-35.

66. Technology development for manufacturing

of high-strength fasteners from carbon steel with ultra-fine grained structure based on protipology / Chukin M.V., Polyakova M.A., Rubin G.Sh., Koptseva N.V., Gun G.S. // Hamming and stamping manufacturing. Materials forming processing. 2014. № 1. pp. 39-44.

67. The study of physical and mechanical properties and structure of high-strength alloys of invar all-in-one-generation class / M.V. Chukin, E.M. Golubchik, G.S. Gun, N.V. Koptseva, Yu.Yu. Efimova, D.M. Chukin, A.N. Matushkin // Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2014. № 1 (45). pp. 43-48.

68. Nanosteels 20 and 45 structure evolution at critical plastic deformation degrees investigation / Chukin M.V., Valiev R.Z., Koptseva N.V., Efimova Yu.Yu. // Vestnik Nosov Magnitogorsk state technical university. 2007. №4 (20). pp. 89-93.

69. Investigation of submicrostructure formation in carbon wire surface layer for its mechanical properties increasing / Gun G.S., Chukin M.V., Emaleeva D.G., Koptseva N.V., Efimova Yu.Yu., Barushnikov M.P. // Vestnik Nosov Magnitogorsk state technical university. 2007. №3 (19). pp. 84-96.

70. Submicrostructure formation in carbon wire surface layer by equal channel angle drawing // Papers of VII Congress of roll producers. Vol. 1. M., 2007. pp. 364-368.

71. Diffraction electron microscopy analysis of construction carbon steels submicrostructure and nanostructure after equal channel angular pressing and subsequent deformation / Chukin M.V., Koptseva N.V., Valiev R.Z., I.L. Yakovleva I.L., G. Zrnik, T. Covarik // Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university. 2008. № 1 (21). pp. 31-37.

72. Carbon-copper bimetallic wire nanostructuring / Efimova Yu.Yu., Koptseva N.V., Chukin V.V., Emaleeva D.G., Zubkova T.A., Nikitenko O.A. // Papers of 66 scientific and technical conference. Magnitogorsk: MGTU, 2008. Vol. 1. pp. 49-52.

73. Influence of preliminary heat treatment on structure and properties of 20 and 45 carbon structural steels nano-structured via the method of uni-channelled angular extrusion / N. Koptseya, Yu. Efimova, M. Chukin, M. Polyakova // Chernye metally. July 2010. pp. 14-19.

74. Carbon construction steel structure and mechanical properties formation during nanostructuring by equal channel angular pressing / Koptseva N.V., Efimova Yu.Yu., Baryshnikov M.P., Nikitenko O.A. // Materials deformation and destruction. 2011. № 7. pp. 11-17.

75. Criterion estimation of severe plastic deformation efficiency from the position of their influence on the carbon steel structures evolution / Chukin M.V., Koptseva N.V., Efimova Yu.Yu., Nikitenko O.A., Polyakova M.A. // CIS Iron and Steel Review. 2010. pp. 28-31.

76. Carbon construction ultrafinegrained steel mechanical properties / Chukin M.V., Koptseva N.V., Nikitenko O.A., Efimova Yu.Yu. // Ferrous steel. Special issue. 2011. pp. 54-59.

77. Temperature and heating duration impact on thermal stability of carbon construction steel with ultrafinegrain structure obtained after equal channel angular pressing / Koptseva N.V., Efimova Yu.Yu., Baryshnikov M.P., Mikholenko D.A. // *Materials deformation and destruction*. 2011. № 8. pp. 14-20.
78. Microstructure and properties evolution during heating the ferrite-pearlite carbon construction steels with ultrafinegrain structure obtained after equal channel angular pressing / Koptseva N.V., Mikholenko D.A., Efimova Yu.Yu. // *Vestnik of Voronezh state technical university*. 2011. Vol. 7. № 9. pp. 85-91.
79. Investigation of structure and properties bolts made from nanostructured carbon steels / Yefimova Yu.Yu., Koptseva N.V., Chukin V.V., Polyakova M.A., Baryshnikov M.P. // *Solid and laminated materials processing: interinstitutions' collection of scientific articles ed. by Chukin M.V. Magnitogorsk: MGTU*. 2008. pp. 144-150.
80. The innovative potential of production metalware from nanostructured steel / Chukin M.V., Koptseva N.V., Baryshnikov M.P., Yefimova Yu.Yu., Nosov A.D., Noskov Ye.P., Kolomiyets B.A. // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university*. 2009. № 2 (26). pp. 64-68.
81. Koptseva N.V., Polyakova M.A., Efimova Yu.YU., Kuznetsova A.S., Mokhnatkin A.V. Bulk ultrafinegrain structured materials microstructure and physics-mechanical properties: certificate about state registration of data bases № 2010620405 (29.07.2010), announcement № 201062026 (07.06.2010): published 20.12.2010. *Bul. № 4 (75)*. pp. 551.
82. Method for proportion coefficient evaluation for metal processing methods based on subject oriented programming / Chukin M.V., Baryshnikov M.P., Belyaev A.O. // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university*. 2008. № 4 (24). pp. 76-79.
83. Approach to friction coefficient estimation in metal processing methods tasks considering contact zone as noncompact background // *Izvestiya vuzov. Chernaya metallurgiya*. 2010. № 3. pp. 25-28.
84. Analysis of software packages for composite materials stress-strain estimation during processing methods / Chukin M.V., Baryshnikov M.P., Belyaev A.O. // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university*. 2012. № 4 (40). pp. 72-74.
85. Wire drawing process simulation accounting structure heterogeneity in SIMULIA ABAQUS / Baryshnikov M.P., Chukin M.V., Gun G.S., Boyko A.B. // *Metal plastic deformation. Dnepropetrovsk*. 2014. pp. 156-158.
86. R. Courant, K. Friedrichs, H. Lewy. Über die partiellen Differenzgleichungen der mathematischen Physik // *Mathematische Annalen*. 1928. T. 100. № 1. pp. 32-74.
87. T. Toffoli, N. Margolus. Cellular automaton machines. Transl. from English. M.: Mir, 1991. 280 p.
88. Cellular automaton models of deformed background / Rubin G.Sh., Shishov A.A. // *Papers of VIII Congress of roll producers. Magnitogorsk*. 2010. pp. 451-453.
89. Methodological approach to metalware manufacturing quality management based on fuzzy sets / Rubin G.Sh., Vakhitova F.T., Lebedev V.N., Guseva E.N., Shishov A.A. // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university*. 2009. № 4 (28). pp. 50-53.
90. Quality management in metalware production technologies: monography / Korchunov A.G., Chukin M.V., Gun G.S., Polyakova M.A. Publishing house "Ore and metals", 2012. 164 p.
91. Development of qualimetry theory for metalware products / G.Sh. Rubin, M.V. Chukin, G.S. Gun, D.M. Zakirov, I.G. Gun // *Chernye metally*. July 2012. pp. 15-21.
92. Protipolofy is the next stage of metalware standardization development / Rubin G.Sh., Polyakova M.A., Chukin M.V., Gun G.S. // *Steel*. 2013. № 10. pp. 84-87.
93. Metalware manufacturing qualimetry theory creation / Gun G.S., Chukin M.V., Gun I.G., Korchunov A.G., Mezin I.Yu., Rubin G.Sh., Zakirov D.M. // *Papers of IX Congress of roll producers. Vol. 1. Cherepovets, 16-18 April, 2013*. pp. 237-244.
94. Qualimetry in metallurgy / Rubin G.Sh., Gun G.S., Chukin M.V., Korchunov A.G. // *Quality in industrial and social-economic systems: Papers of International scientific and technical conference. Kursk, 2013*. pp. 185-189.
95. Creation of qualimetry theory in metallurgy / Rubin G.Sh., Gun G.S., Chukin M.V., Gun I.G., Korchunov A.G. // *XIV International Scientific conference "New technologies and achievements in metallurgy and materials engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa, 2013*. pp. 51-55.
96. Metallurgy qualimetry theory design and development / G.S. Gun, G.Sh. Rubin, M.V. Chukin, I.G. Gun, I.U. Mezin, A.G. Korchunov // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university*. 2013. № 5 (45). pp. 67-69.
97. Gun G.S., Chukin M.V., Rubin G.Sh. Quality management in metalware production // *Metallurgical processes and equipment. OJSC "Tekhopark Don GTU "UNITEX" (Donetsk, Ukraine)*. 2013. №4 (34). pp. 106-112.
98. Creation and development of qualimetry theory in metallurgy / Gun G.S., Rubin G.Sh., Chukin M.V., Mezin I.Yu., Korchunov A.G., Gun I.G. // *Papers of X International scientific and technical conference "Modern metal materials and technologies(CMMT'13)". 25-29 June, 2013. S-Petersburg*.
99. Nosov Magnitogorsk state technical university scientific-pedagogical school in quality management of production and industrial processes / Gun G.S., Mezin I.Yu., Korchunov A.G., Chukin M.V., Gun I.G., Rubin G.Sh. // *Quality in materials processing*. 2014. №1. pp. 5-8.
100. The research genesis in the field of metal products quality / G.S. Gun, I.Y. Mezin, G.Sh. Rubin, A.A. Minayev, A.B. Nazaybekov, H. Dyja // *Vestnik of*

Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2014. № 1 (45). pp. 92-97.

101. The conceptual model of the situational center of the industrial enterprise / M.B. Gitman, K.S. Pustovoi, V.Yu. Stolbov, S.A. Fedoseev, G.S. Gun // Vestnic of Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2014. № 1 (45). pp. 102-107.

102. Modern problems of metalware production qualimetry during sixth technological setup initiation / Gun G.S., Chukin M.V., Rubin G.Sh., Mezin I.Yu., Korchunov A.G. // Metallurg. 2014. № 4. pp. 92-95.

103. Rubin G.Sh. Metalware production qualimetry. Magnitogorsk: Publishing house Nosov Magnitogorsk state technical university, 2012. 167 p.

104. Rubin G.Sh., Gerasimova Z.A., Vaisman D.I. Evaluation and analysis of usage metalware industry manufacturing capacities: monography. M.: Metallurgia, 1985. 48 p.

105. Complex estimation of ball-and-socket joint manufacturing process effectiveness: monography // Gun I.G., Rubin G.Sh., Salnokov V.V. and others. Magnitogorsk: MGTU, 2008. 133 p.

106. About plastic forming estimation / Gun G.S., Krylov A.I., Rubin G.Sh. and others // Izvestiya Academy of science USSR. Metals. 1976. № 6. pp. 109-112.

107. Different metal forming processes comparison based on forming effectiveness / Rubin G.Sh., Gun G.S., Bogatyrev Yu.P. and others // Izvestiya vuzov. Chernaya metallurgiya. 1980. № 5. pp. 52-54.

108. Choosing the effective manufacturing technology of high-precise profiles for machine building / Rubin G.Sh., Gun G.S., Pudov E.A. and others // Izvestiya vuzov. Machine building. 1981. № 5. pp. 155-157.

109. Investigation the upset forging process of doubleflange antislid tyres using computer simulating / Andreev V.V., Gun G.S., Rubin G.Sh., Ulyanov A.G. // Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university. 2008. № 1 (21). pp. 45-49.

110. Korchunov A.G. Metalware quality management based on fuzzy logic models description of technological inheritance // Metallurg. 2009. №5. pp. 50-53.

111. Korchunov A., Chukin M., Lysenin A. Methodology of developing mathematical models with fuzzy logic elements for quality indices control // Applied Mechanics and Materials Vol. 436. 2013. pp. 374-381.

112. Korchunov A.G., Lysenin A.V. Metalware quality management in indeterminate conditions of technological information // Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university. 2012. № 3 (39). pp. 43-45.

113. Korchunov A.G. To products quality guarantee in metalware technologies // Metallurg. 2008. № 10. pp. 67-72.

114. Korchunov A.G. Improvement of quality management technique in metalware technological processes // Rolling production. 2008. № 12. pp. 8-13.

115. Korchunov A.G. Methodology of products quality indices management in metalware technologies based on models with fuzzy logic elements: dis. ... doc-

toral degree (technical sciences): 18.05.2010 / Korchunov Aleksey Georgievich, Magnitogorsk, 2010. 320 p.

116. Golubchik E.M. Adaptive control of metal products quality // Vestnic of Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2014. № 1 (45). pp. 63-69.

117. Golubchik Je.M., Telegin V.E., Rubin G.Sh. Application of technological adaptation principles for the quality index control in the multivariant technological system of cold rolled strip production // Quality in Matirials Processing, 2014. № 1 (45). pp. 34-41.

118. Adaptation mechanisms usage for downstream products quality level improvement / Golubchik E.M., Korchunov A.G., Pivovarova K.G., Lysenin A.V. // Vestnik of Voronez state technical university. 2011. № 5. pp. 131-134.

119. Golubchik E.M. Adaptation approach to product quality management in multivariant technological systems // Quality management methods. 2013. № 7. pp. 36-41.

120. Rubin G.Sh., Polyakova M.A. Development of standartization fundamentals // Vestnic of Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2014. № 1 (45). pp. 97-102.

121. Polyakova M.A., Rubin G.Sh. Modern tendency standardization as science // Ferrous metals. 2014. № 6. pp. 32-37.

122. Thick sheet stability during rolling. Report 1. / Zulin V.D., Kharitonov V.A. // Izvestiya vuzov // Chernaya metallurgiya. 1981. № 6. pp. 60-63.

123. Zulin V.D., Kharitonov V.A. Thick sheet stability during rolling. Report 2 // Izvestiya vuzov // Chernaya metallurgiya. 1982. № 2. pp. 32-35.

124. Kharitonov V.A. Theory and technology development of wire rolling in quarto gauge for different application // Simulation and improvement of metal forming processes: interregional collection of scientific papers. Magnitogorsk. 2002. pp. 273-277.

125. Kharitonov V.A., Korchunov A.G., Zaitseva M.V. Increasing the effectiveness of low carbon wire reinforcement manufacturing technological process // Roll production. 2005. №8. pp. 21-25.

126. Kolokolcev V.M. Nosov Magnitogorsk State Technical University. History. Development. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2014, no. 1(45), pp. 5-6.

127. Proizvodstvo mnogofunktionalnyh splavov invarnogo klassa s povyshennymi jekspluatacionnymi svojstvami. / V.M. Kolokolcev, M.V. Chukin, Je.M. Golubchik, Rodionov Ju.L., Buhvalov N.Ju. // *Metallurgicheskie processy i oborudovanie [Metallurgical processes and equipment]*, 2013, no. 3, pp. 47-52.

128. Kolokolcev V.M., Razinkina E.M., Gluhova A.Ju. Podgotovka kvalificirovannyh kadrov v uslovijah universitetskogo kompleksa. // *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center of

the Russian Academy of Sciences], 2010, T. 12, no 1-2, pp. 55-59.

129. Chukin M.V., Kolokolcev V.M., Gun G.S., Salganik V.M., Platov S.I. *Nauchnaja dejatel'nost' gou vpo «mgtu» v uslovijah razvitija nanotehnologij*. [Scientific work of the State Educational Institution of Higher Professional Education “Magnitogorsk State Technical University” during nanotechnology development] // *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University], 2008, no. 1, pp. 55-59.

130. Kolokolcev V.M. *Pjat let ot attestacii do attestacii* [Five years from certification to certification] // *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo*

tehničeskogo universiteta im. G.I. Nosova [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University], 2008, no. 1, pp. 5-11.

131. Kolokoltsev V.M., Goltsov A.S., Bryalin M.F. An increase in service properties of castings from heat- and wear-resistant chromium-manganese cast irons. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2007, no. 4 (20), pp. 22–25.

УДК 62-791.2:62-791.4

Осипова Е.В., Мезин И.Ю.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОНТРОЛЯ И УЧЁТА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация. Представлен материал, характеризующий этапы развития и совершенствования системы контроля и учёта энергоресурсов на металлургическом предприятии. Целью совершенствования является повышение эффективности работы с информацией, получаемой с узлов и приборов учёта, что подразумевает увеличение скорости обработки, передачи и анализа данных, а также уменьшение численности персонала и снижение трудоёмкости работ на протяжении всего процесса учёта. Одним из направлений развития данной системы является формирование технического задания для разработки специального автоматизированного рабочего места для оптимизации процесса хранения и обработки данных, его реализация и внедрение в бизнес-процессы предприятия.

Ключевые слова: металлургическое предприятие, метрологическое обеспечение, энергоресурсы, информация, узлы контроля и учёта.

Структура современного металлургического предприятия, как правило, состоит из множества цехов и подразделений, потребляющих большое количество энергоресурсов, как по объёму, так и по номенклатуре. Эффективность деятельности такого предприятия во многом определяется техническим уровнем производства, восприимчивостью к прогрессивным идеям в области технологий и управления, скоростью внедрения инноваций в бизнес-процессы, результативностью политики в области качества, а также совершенство-

ванием метрологического обеспечения производства [1-8].

Практика показала, что одним из целесообразных решений является создание на предприятии единого центра энергосберегающих технологий. Основная задача такого подразделения является – сокращение энергопотребления за счёт снижения непроизводительных расходов (потерь), перехода на более дешёвые виды топлива, разработка и внедрение рациональных режимов энергопотребления. И в конечном итоге – снижение доли энергоресурсов в себестоимости продукции.

Основными функциями центра энергосберегающих технологий являются учёт всех покупных энергетических ресурсов, которые потребляет предприятие: электроэнергия, природный газ, пожарно-питьевая вода; учёт выработки и потребления собственных энергетических ресурсов. Также ведётся учёт всех ресурсов, которые предприятие поставляет внешним потребителям – в первую очередь, тепловой энергии в виде теплофикационной воды, которая ис-

пользуется для отопления, пара. Ежегодно, перед началом отопительного сезона, специалисты центра принимают все системы теплоснабжения предприятия к работе в зимних условиях.

На первых этапах работы описываемого подразделения, как правило, используется схема сбора информации с использованием бумажных носителей (**рис. 1**).

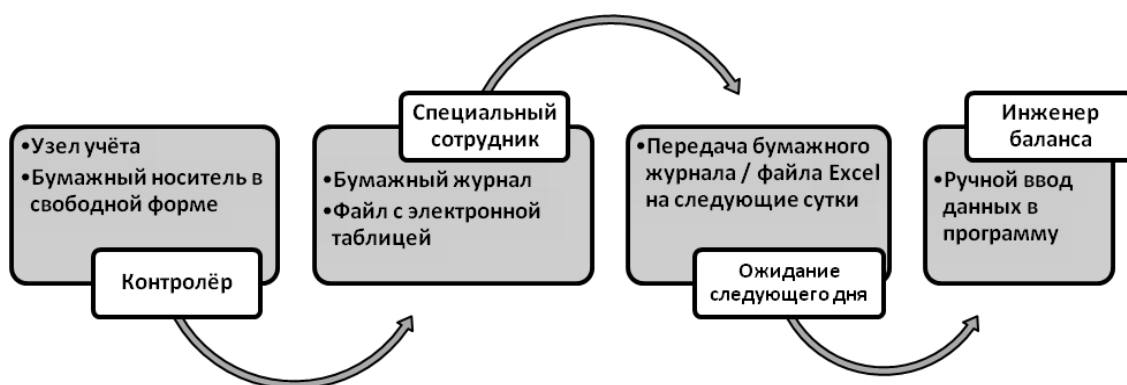


Рис. 1. Схема сбора информации с использованием бумажных носителей

Инженеры-метрологи или контролёры собирают данные на узле учёта и осуществляют запись данных в свободной форме на произвольный бумажный носитель. Далее данные передаются в цех специальному сотруднику, который вносит данные в бумажный журнал и также дублирует эти данные в файл электронной таблицы Excel. Далее файл с электронной таблицей передается инженеру баланса.

Недостатки и проблемы существовавшей на первом этапе работы подразделения системы, а также целевые установки по повышению эффективности ее работы проанализированы с помощью диаграммы Исикавы, представленной на **рис. 2**.

Анализ представленной информации позволил выявить следующие проблемы и недостатки системы существующей на первом этапе работы центра, которые представлены далее в сгруппированном виде.

Существующие проблемы:

1. Качество вводимой информации: отсутствие шаблона для ввода данных (неформализованный ввод); избыточное дублирование вводимых данных – на бумажный носитель и в файл; высокая вероятность неполного ввода данных; высокая вероятность ошибки при вводе данных.

2. Персонал: избыточная численность персонала; большая длительность ввода данных; большие затраты времени для составления отчётов и получения статистических данных.

3. Использование данных: Очень высокая трудоёмкость сбора данных для новых видов отчёта; высокая трудоёмкость подготовки выборки данных за большой период времени; длительное время передачи данных в другие отделы, на другие участки; невозможность включения данных в использование в АСУ предприятия; отсутствие качественных резервных источников данных; высокая трудоёмкость восстановления данных из архива.

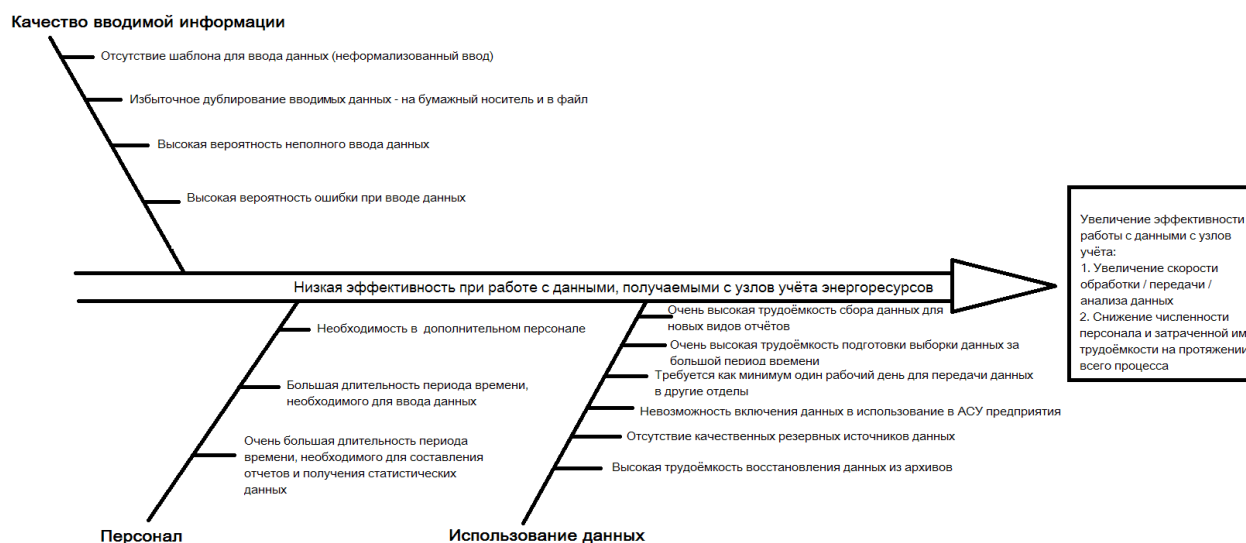


Рис. 2. Недостатки ранее существующей системы

Анализ выявленных недостатков продиктовал необходимость совершенствования существовавшей системы учета энергоресурсов на уровне соответствующей части метрологического обеспечения предприятия. При этом характер проблем и недостатков подразумевает совершенствование системы по пути автоматизации проводимых измерений. Главным итогом функционирования центра на первом этапе работы является формирование технического задания для разработки специального автоматизированного рабочего места (АРМ), предназначенного для оптимизации процесса хранения и обработки данных.

Основное назначение создаваемого АРМ:

- 1) учёт в электронном виде данных о наличии приборов и узлов учёта;
- 2) ввод и хранение в электронном виде информации по приборам и узлам учёта;
- 3) привязка приборов к узлам учёта;
- 4) хранение информации о свойствах и параметрах узлов учёта и приборов, а

также их изменений в процессе эксплуатации;

5) формирование в электронном виде и вывод на печатающие устройства запрашиваемых отчётов различных типов;

6) организация поисковых запросов узлов учёта по частичным параметрам и приборов

7) регистрация пользователей, выполнявших изменения в АРМ.

В связи с назначением создаваемой АРМ ее целями являются увеличение эффективности работы с данными с узлов и приборов учёта энергоресурсов, что подразумевает увеличение скорости обработки, передачи и анализа данных, а также уменьшения численности персонала и снижения трудоёмкости работ на протяжении всего процесса учета.

Изменения в схеме выполнения работ по учету энергоресурсов представлены на **рис. 3.**

Схема выполнения работ по учету энергоресурсов, в соответствии с предлагаемым вариантом АРМ, будет иметь вид, представленный на **рис. 4.**

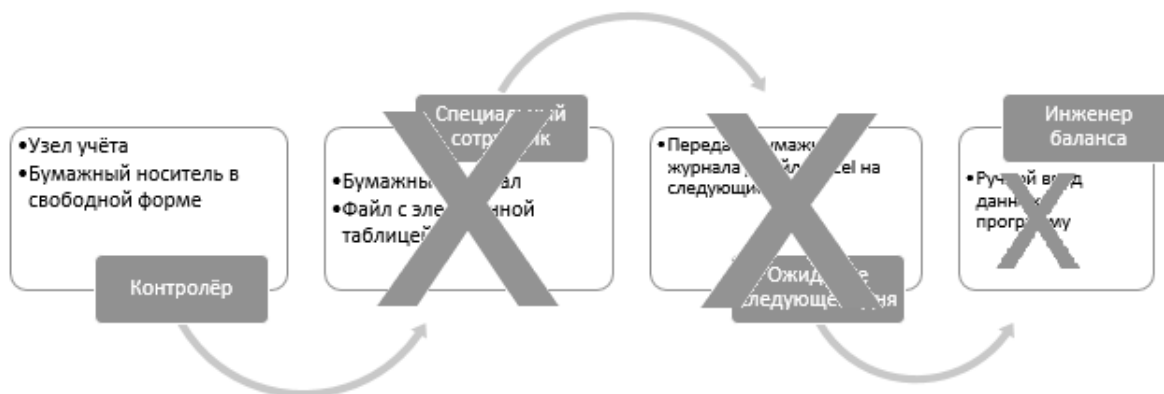


Рис. 3. Изменение в схеме выполнения работ по учету энергоресурсов

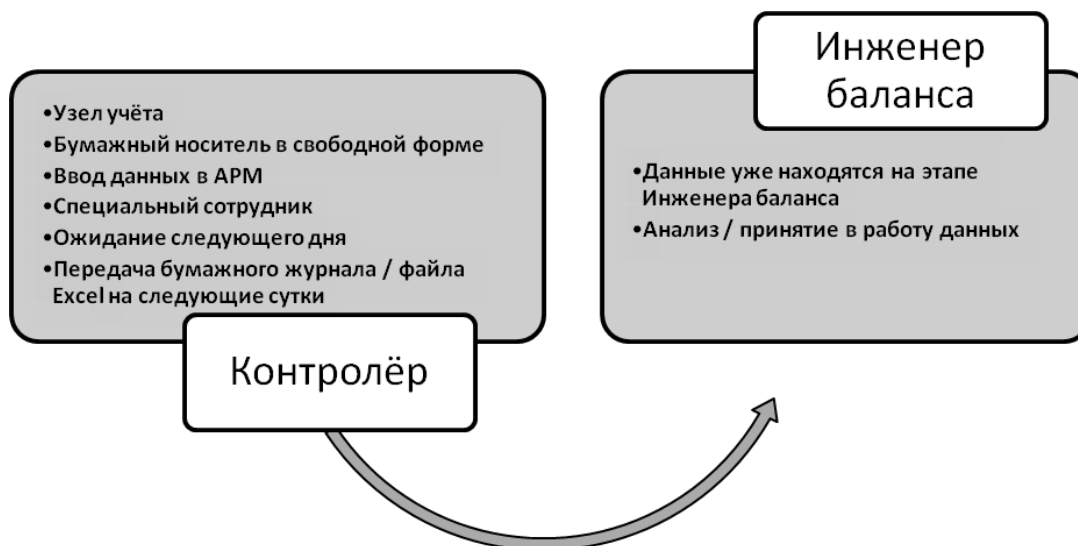


Рис. 4. Схема выполнения работ по учету энергоресурсов в соответствии с предлагаемым вариантом АРМ

При организации работ по новой схеме контроллер по заявке от цеха, внешней или дочерней организации прибывает на узел учёта. Там осматривает узел учёта, фиксирует его состав в специальный бланк - «Акт допуска» и по результатам проверки узла учёта допускает или не допускает в эксплуатацию узел учёта. По возвращению на своё рабочее место, информация из «Акта допуска» вносится в автоматизированную систему АРМ. С момента введения данных в систему АРМ информация сразу становится доступна другим участкам и сотрудникам для дальнейшего использования.

Преимуществами внедрения АРМ являются следующие аспекты деятельности по контролю и учету энергоресурсов:

1. Уменьшение затрат времени на ввод исходных данных и сокращение периода времени, необходимого для появления информации у инженера баланса. Ранее ввод данных по одному узлу учёта в среднем занимал около 20 минут, в течение которых осуществлялась запись в бумажный журнал и ввод данных в специально сконфигурированную электронную таблицу программы Excel. В среднем в день один работник может осмотреть 6 узлов учёта. То есть, при использовании пер-

воначальной системы, 120 минут в смену или 25% времени рабочего дня уходило на ввод данных. При внедрении АРМ указанная процедура занимает в среднем 5 минут

на один узел учёта. Или около 30 минут (около 6%) рабочего времени за сутки (рис. 5).



Рис. 5. Распределение времени рабочей смены

2. Сокращение времени, необходимо для составления отчётов. В конце месячного периода работы предприятия, в соответствии с локальными нормативными актами и запросами от других структур и подразделений возникает необходимость в формировании и предоставлении ряда отчётов. Количество этих отчетов может составлять от четырех до шести и они могут требоваться в конце месяца одновременно в сжатые промежутки времени. Трудоемкость работ по формированию отчётов за месячный период работы предприятия составляла от одного до трех рабочих дней с привлечением до 3-4-х работников в конце месяца. При использовании АРМ – время формирования любого отчёта, независимо от сложности, занимает около 1-2 минут и привлекается 1 человек.

Также существенно снижается время на создание нового вида отчётов, так как вводимые данные приведены к одному формату и могут быть использованы в программном коде.

3. На основе собранных данных появляется возможность автоматического

формирования отчётов, включая отчеты статистического характера за длительный период времени. Ранее описание узла учёта и приборов, входящих в его состав, в файл Excel не было формализовано, что приводило к невозможности автоматического формирования каких-либо отчётных, статистических данных.

Это приводило к высоким трудозатратам получения данных за большие периоды работы и формирования новых видов отчётов или сбора статистических данных, которые ранее не составлялись.

В настоящее время появляется механизм, позволяющий сотруднику, не владеющему навыками программирования сформировать новый вид отчёта. Также использование АРМ позволило полностью уйти от увеличения трудоёмкости формирования различных типов отчётов за большие периоды времени. Диалоговое окно запроса для формирования отчётов в системе АРМ представлено на рис. 6.

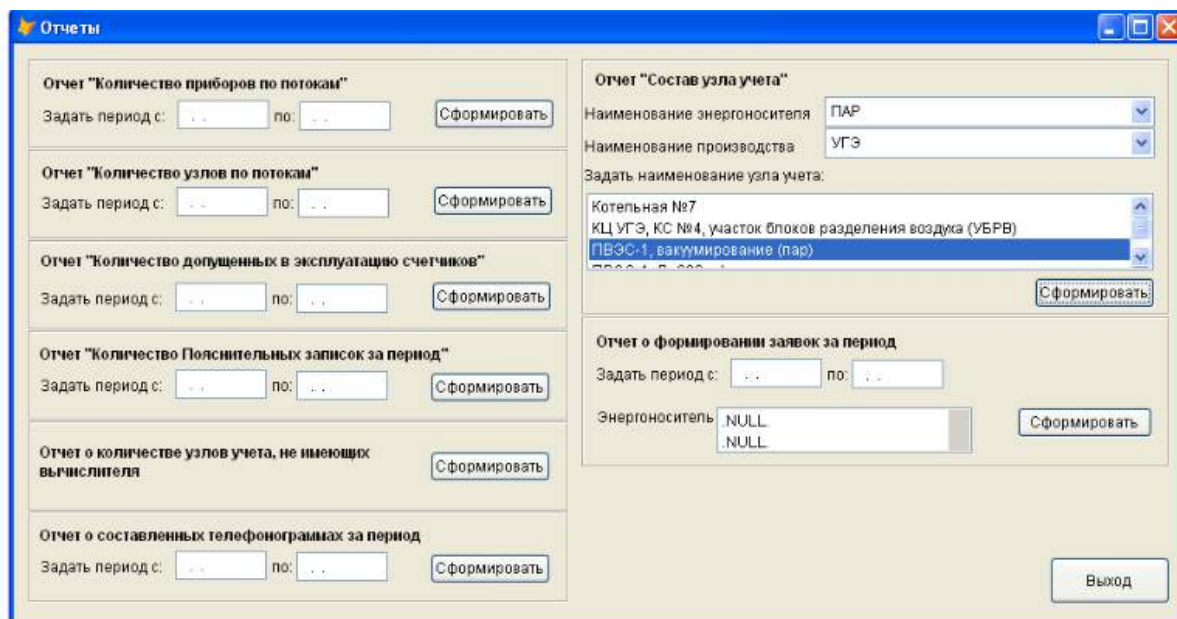


Рис. 6. Диалоговое окно запроса для формирования отчётов в АРМ

4. Регистрация и хранение телефонограмм и заявок от цехов в БД АРМ КИ-ПиА. В существующей системе работы на участке учёта энергоресурсов вызов специалиста на узел учёта осуществляется специальной заявкой или телефонограммой, отправляемой в подразделение. АРМ позволяет регистрировать, хранить телефонограммы и заявки.

5. Возможность интеграции данных по энергоучёту в единую электронную систему предприятия. Переход на использование АРМ позволяет осуществить интеграцию практически с любой автоматизированной системой управления. Такой подход может послужить направлением дальнейшего развития системы учета энергоресурсов на предприятии.

В заключении следует отметить, что по итогам рассмотренного выше материала переход на использование АРМ в процессах учёта энергоресурсов на металлургическом предприятии даёт следующие преимущества:

- уменьшение времени на ввод исходных данных и сокращение периода времени, необходимого для появления данных у инженера баланса;
- сокращение времени, необходимого для составления и представления отчётов;

- возможность автоматического формирования отчётов, на основе собранных и (или) отобранных данных;

- возможность формирования отчётов и статистики за длительный период времени;

- регистрация и хранение телефонограмм и заявок от подразделений предприятий в базе данных АРМ;

- возможность интегрирования данных по энергоучёту в единую электронную систему предприятия.

Таким образом, использование предлагаемой АРМ в системе контроля и учета энергоресурсов даёт неоспоримое преимущество и существенно повышает эффективность реализации процесса ввода, обработки, хранения данных с соответствующих узлов и приборов учёта.

Список литературы

1. Бринза В.В. Менеджмент качества металлургической компании как объект прогностического моделирования // Качество в обработке материалов. 2014. № 1. С. 9-20.
2. Гун Г.С., Гун И.Г., Мезин И.Ю., Куц В.А., Кривошапов Д.В. Эффективные способы глубокой переработки металла на базе Магнитогорских металлургических предприятий // Новые материалы и технологии НМТ-98: Материалы Всерос. науч.-техн. конф. М.: Изд-во «ЛАТМЭС», 1998. С. 72.
3. Актуальные проблемы квалиметрии мезитного производства в период зарождения шесто-

го технологического уклада / Г.С. Гун, М.В. Чукин, Г.Ш. Рубин, И.Ю. Мезин, А.Г. Корчунов // *Металлург*. 2014. № 4. С. 92-95.

4. Организация малотоннажного производства наноструктурированных заготовок из многофункциональных сплавов со специальными свойствами / В.М. Колокольцев, М.В. Чукин, Г.С. Гун, Э.М. Голубчик, А.С. Кузнецова // *Труды IX конгресса прокатчиков (Том 1)*. Череповец, 16-18 апреля 2013. С. 248-251.

5. Инновационный потенциал новых технологий производства метизных изделий из наноструктурных сталей / М.В. Чукин, Н.В. Копцева, М.П. Барышников, Ю.Ю. Ефимова, А.Д. Носов, Е.П. Носков, Б.А. Коломиец // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. 2009. № 2 (26). С. 64-68.

6. Metallurgy qualimetry theory design and development / G.S. Gun, G.Sh. Rubin, M.V. Chukin, I.G. Gun, I.U. Mezin, A.G. Korchunov // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university*. 2013. № 5 (45). pp. 67-69.

7. Голубчик Э.М., Телегин В.Е., Рубин Г.Ш. Применение Технологической адаптации при управлении показателями качества в многовариантной технологической системе изготовления холоднокатаной ленты // *Качество в обработке материалов*. 2014. № 1. С. 34-41.

8. Мезин И.Ю., Яковлева Е.С. Оценка результативности метрологического обеспечения производства автокомпонентов // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова* 2009. №3.– С. 49-52.

References

1. Brinza V.V. Quality management of the metallurgy company as the object to predictive modeling// *Quality in materials processing*. 2014. №1. pp. 9-20.

2. Gun G.S., Gun I.G., Mezin I. Yu. and others. Downstream metal production effective methods on the

bases of Magnitogorsk metal manufacturing enterprises. // *New materials and technologies: Materials of All-Russian scientific and technological conference*. M.: Publishing house LATMES, 1998. p. 72.

3. Modern problems of metalware production qualimetry during sixth technological setup initiation / Gun G.S., Chukin M.V., Rubin G.Sh., Mezin I.Yu., Korchunov A.G. // *Metallurg*. 2014. № 4. pp. 92-95.

4. Organization of low-capacity manufacturing nanostructured workpieces from multifunctional alloys with special properties / Kolokoltsev V.M., Chukin M.V., Golubchik E.M., Kuznetsova A.S. // *Papers of IX Congress of roll producers*. Vol. 1. Cherepovets, 16-18 April, 2013. pp. 248-251.

5. The innovative potential of production metalware from nanostructured steel / Chukin M.V., Koptseva N.V., Baryshnikov M.P., Yefimova Yu.Yu., Nosov A.D., Noskov Ye.P., Kolomiyets B.A. // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university*. 2009. № 2 (26). pp. 64-68.

6. Metallurgy qualimetry theory design and development / G.S. Gun, G.Sh. Rubin, M.V. Chukin, I.G. Gun, I.U. Mezin, A.G. Korchunov // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university*. 2013. № 5 (45). pp. 67-69.

7. Golubchik Je.M., Telegin V.E., Rubin G.Sh. Application of technological adaptation principles for the quality index control in the multivariant technological system of cold rolled strip production // *Quality in Materials Processing*, 2014. № 1 (45). pp. 34-41.

8. Mezin I.Ju., Jakovleva E.S., Ocenka rezultativnosti metrologicheskogo obespechenija proizvodstva avtokomponentov. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2010, no. 2, pp. 67-68.

УДК 621.7

Михайловский И.А., Гун Е.И.

УЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ПРИ АНАЛИЗЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПУТЕМ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ КАЧЕСТВА

Аннотация. Одним из эффективных способов обеспечения требуемого качества продукции является контроль и управление её ключевыми конструктивными параметрами в процессе её производства. Широко распространённый в настоящее время QFD-метод, наиболее результативный инструмент поиска ключевых с точки зрения итогового качества продукции конструктивных параметров, не предполагает учета технологической выполнимости рассматриваемых характеристик, что снижает его адекватность. В статье изложено краткое описание методики определения ключевых характеристик продукции, в основе которой лежит принцип декомпозиции качества до уровня используемых технологических операций (или до уровня конкретных технологических параметров), отличающийся от классического развёртывания функции качества иерархическим принципом организации взаимосвязей показателей качества продукции, её характеристик и используемых технологических операций. Кроме того предлагаемая методика позволяет учитывать стабильность используемых технологических процессов и связанные с этим технологические риски при выборе критических параметров конструкции на этапе проектирования технологического процесса.

Ключевые слова: иерархическая декомпозиция качества, критические характеристики, метод анализа иерархий

В последние годы в целях обеспечения и управления качеством продукции и технологических процессов в металлургической отрасли [1,2], а также в сфере производства стандартизированных металлических изделий разнообразной номенклатуры промышленного назначения [3-5] интенсивное развитие и широкое распространение получили методы, основанные на математическом аппарате квалиметрии. Кроме того в последнее время наблюдается процесс формирования и развития научных основ стандартизации, являющийся осязаемым подспорьем в управлении качеством металлопродукции [6]. Основные результаты работ по обозначенным направлениям принадлежат исследователям магнитогорской научной школы [7,8, 15].

Однако другим эффективным способом обеспечения требуемого качества металлопродукции является контроль и управление её значимыми конструктивными параметрами и важными параметрами технологических операций в процессе её производства. Подтверждением этому может являться, например, обязательность

выполнения требования стандарта ИСО/ТУ 16949 «Особые требования по применению ИСО 9001:2008 в автомобильной промышленности и организациях, производящих соответствующие запасные части», заключающегося в неукоснительном определении и управлении так называемыми ключевыми характеристиками продукции.

Наиболее результативным инструментом поиска ключевых с точки зрения итогового качества продукции конструктивных и технологических параметров является метод развёртывания функции качества – QFD-метод (Quality Function Deployment). Развёртывание функции качества подразумевает конвертацию «голоса потребителя» (т.е. чётко сформулированных значений показателей качества и неявно выраженных ожиданий) в её количественно измеримые характеристики (например, геометрические параметры комплектующих изделий, механические характеристики используемых материалов и т.п.) и, далее, в конкретные параметры технологических операций. Выбор ключевых конст-

руктивных и технологических параметров осуществляется с учетом различной важности показателей качества для потребителя, а также с учетом неоднозначной силы их связи с рассматриваемыми параметрами продукции.

QFD-метод получил широкое распространение, однако может быть охарактеризован тем недостатком, что при развертывании функции качества от этапа к этапу для сохранения управляемости по размеру матричной диаграммы (так называемого Дома Качества) выбирают наиболее критичные к пожеланиям потребителя компоненты, используя, например, принцип Парето, а это повышает риск потери части критических характеристик продукции или технологических операций [9].

Данный недостаток особо опасен для изделий, технологический процесс получения которых содержит значительное количество операций. К таким изделиям могут быть отнесены, например, рулевые наконечники автомобилей, т.к. их потребительские свойства формируются в результате большого комплекса операций, ключевые из которых относятся к металлургическим, в частности – к операциям обработки металлов давлением [10, 11]. Кроме того при определении ключевых параметров конструкции QFD-метод не предполагает учета технологической выполнимости данных параметров (под технологической выполнимостью конструктивного параметра следует понимать степень возможности его получения «в допуске» имеющимся технологическим оборудованием).

В работе [12] предложена методика определения ключевых параметров продукции, устраняющая упомянутые недостатки при сохранении сильных сторон QFD-метода. В основе лежит принцип развертывания функции качества, заключающийся в декомпозиции качества до уровня используемых технологических операций (или даже до уровня конкретных технологических параметров), отличающийся от классического иерархическим принципом организации взаимосвязей показателей качества продукции, её характеристик и используемых технологических операций (рис. 1).

В работе [12] предложена методика определения ключевых параметров продукции, устраняющая упомянутые недостатки при сохранении сильных сторон QFD-метода. В основе лежит принцип развертывания функции качества, заключающийся в декомпозиции качества до уровня используемых технологических операций (или даже до уровня конкретных технологических параметров), отличающийся от классического иерархическим принципом организации взаимосвязей показателей качества продукции, её характеристик и используемых технологических операций (рис. 1).

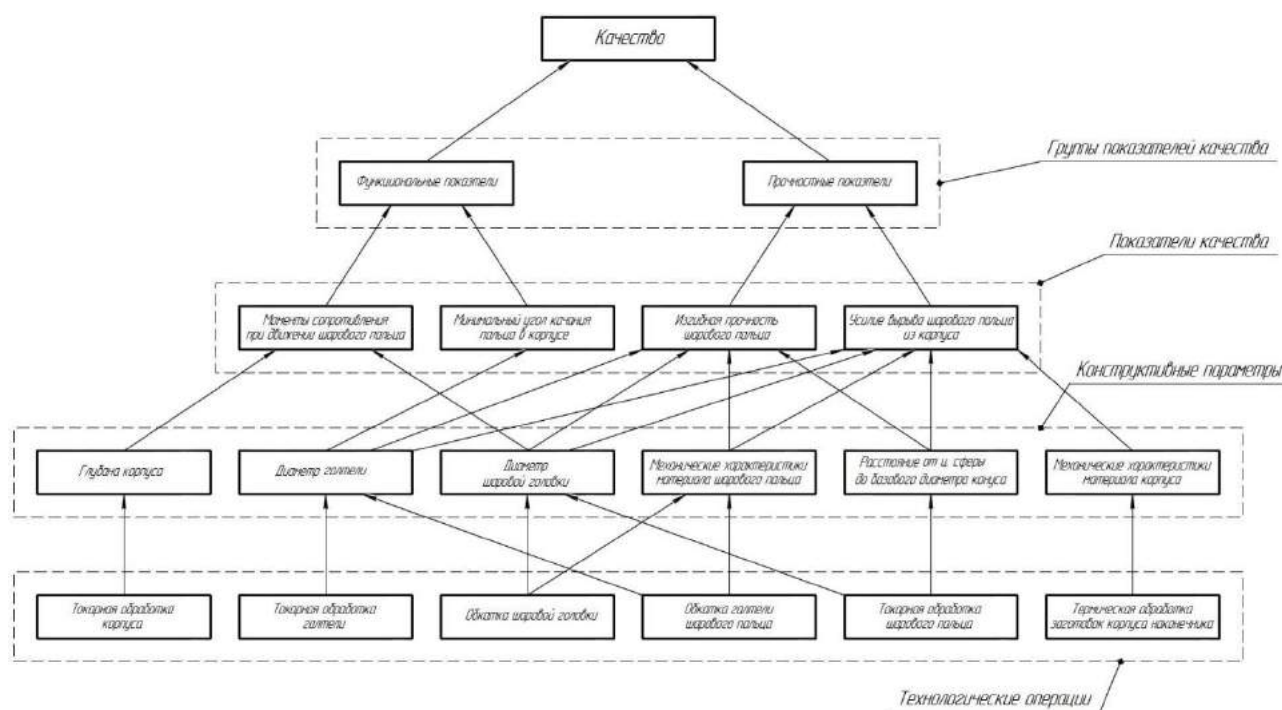


Рис. 1. Вид иерархической декомпозиции качества изделия на примере некоторых показателей качества рулевого наконечника автомобиля

Развертывание функции качества путем декомпозиции до уровня технологических операций (или уровня технологических параметров) и представление получаемой системы взаимосвязей в виде иерархии делает возможным использование метода анализа иерархий (МАИ) [13].

МАИ позволяет на каждом уровне иерархии (на уровне показателей качества, конструктивных параметров и т.д.) взвешивать её элементы относительно итогового качества продукции, т.е. рассчитывать так называемый глобальный приоритет каждого элемента – его значимость по сравнению с другими на рассматриваемом уровне с точки зрения его влияния на итоговое качество продукции [13]. Глобальный приоритет каждого элемента принимает значение от нуля до единицы, сумма глобальных приоритетов элементов на каждом уровне равна единице. Конструктивные параметры с наибольшим глобальным приоритетом считают ключевыми в формировании качества и их рассматривают как критические при проектировании технологического процесса, организации контроля и т.д.

Однако при определении ключевых конструктивных параметров продукции, которые необходимо подвергать особому контролю и управлению в процессе производства, кроме учета значимости с точки зрения влияния на качество необходим учет технологических возможностей имеющегося оборудования. Не исключены следующие ситуации:

- конструктивный параметр обладает наибольшим глобальным приоритетом, т.е. влияет на большее количество значимых для потребителя показателей качества, но в условиях текущего производства технологически почти гарантированно выполним, и потому нет необходимости в особом его контроле;

- параметр конструкции совершенно незначим, однако технологически труднодостижим, и потому имеется риск его невыполнения и, следовательно, вероятно появление связанных с этим несоответствий.

Методика определения критических параметров, изложенная в работе [13], получила дальнейшее развитие в части учета

технологической выполнимости конструктивных параметров. В данной работе изложено краткое описание этапа методики, нацеленного на учет технологических рисков.

Учет технологической выполнимости конструктивного параметра d_j осуществляется с помощью соответствующего риска технологического необеспечения r_{d_j} .

Риск технологического необеспечения r_{d_j} конструктивного параметра d_j определяется в результате реализации следующей последовательности действий:

1. Оценка стабильности технологических операций, формирующих рассматриваемый конструктивный параметр.

Для каждой рассматриваемой технологической операции предлагается вводить лингвистическую переменную «риск нестабильности» с минимальным набором термов: «низкий», «средний» и «высокий». В зависимости от специфики конкретной задачи терм-множество может быть расширено.

Если по рассматриваемой операции в достаточном объеме накоплена статистическая информация, то базовым множеством соответствующей нечёткой переменной может быть множество значений индексов её стабильности и воспроизводимости (рис. 2).

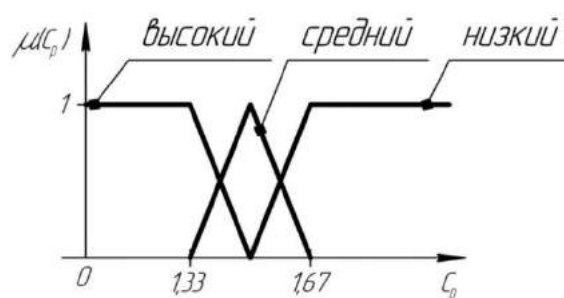


Рис. 2. Пример графического задания функций принадлежности термов лингвистической переменной «риск нестабильности» технологических операций, для которых накоплен статистический материал

Если же статистической информации по конкретной операции нет, или если не представляется возможным количественно оценить стабильность процесса, то в каче-

стве базового множество могут использоваться экспертные оценки стабильности

процесса $p_{\text{стаб}}$ по девятибалльной шкале (рис. 3).

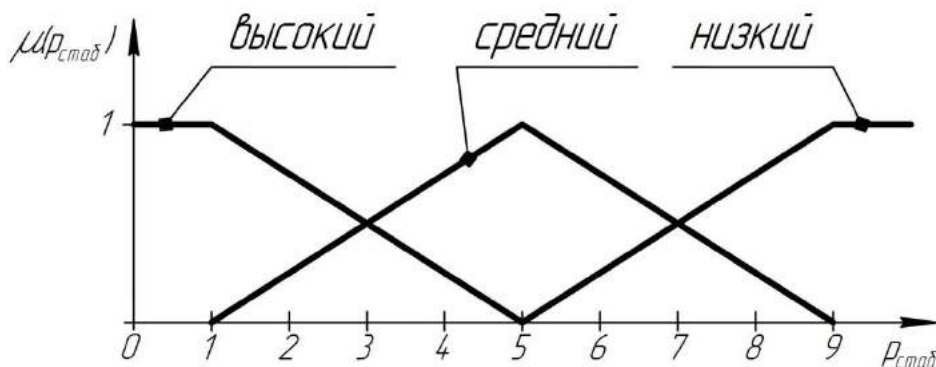


Рис. 3. Пример графического задания функций принадлежности термов лингвистической переменной «риск нестабильности» для технологических операций, стабильность которых оценивается экспертно

Определение функций принадлежности осуществляется экспертно. Кроме того, в качестве функций принадлежности термов могут использоваться значения психофизической функции желательности Харрингтона.

При фазификации используется алгоритм, описанный в работе [14], отличительная особенность которого заключается в том, что чёткое значение переводится не в одно нечёткое число, а в группу нечётких чисел, соответствующих функциям принадлежности различных термов лингвистической переменной.

В итоге для каждой технологической операции формируется нечёткая матрица R риска технологического необеспечения, строки которой представляют собой значения функций принадлежности соответствующих термов.

1. Получение нечёткой оценки \tilde{r} риска технологического необеспечения.

Для получения нечёткой оценки риска технологического необеспечения конструктивного параметра d_j используют формулу:

$$\tilde{r}_{d_j} = w_{d_j}^T R_{d_j},$$

где \tilde{r}_{d_j} – нечёткая оценка риска технологического необеспечения конструктивного параметра d_j ; $w_{d_j}^T$ – транспонированный

вектор локальных приоритетов технологических операций, формирующих конструктивный параметр d_j [4]; R_{d_j} – нечёткая матрица риска технологического необеспечения конструктивного параметра d_j .

Данный метод определения агрегированной оценки получил распространение при решении широкого спектра задач: при анализе рисков, решении многокритериальных задач оптимизации, принятии решений; а также при комплексировании единичных показателей для оценки качества [13, 16].

2. Определение риска технологического необеспечения r_j .

Для получения чёткой оценки риска технологического необеспечения осуществляют процедуру дефазификации с использованием метода центра тяжести.

В конечном итоге для определения итоговой значимости конструктивного параметра рассчитанный ранее глобальный приоритет умножают на полученный риск r_j технологического необеспечения.

Конструктивные параметры с наибольшей величиной значимости рассматриваются как критические характеристики.

Таким образом, предлагаемый алгоритм позволяет учитывать стабильность используемых технологических процессов, при

определении критических конструктивных параметров продукции путем иерархической декомпозиции качества. Описанная методика позволяет удовлетворять обязательные требования стандарта ИСО/ТУ 16949 к системам менеджмента качества предприятий, занятых в автомобильной промышленности, а также специфические требования мировых автопроизводителей и поставщиков I-ого уровня.

Список литературы

1. Разработка теории квалиметрии в металлургической отрасли / G.Sh. Rubin, G.S. Gun, M.V. Chukin, I.G. Gun, A.G. Korchunov // XIV International Scientific conference «New technologies and achievements in metallurgy, material engineering and production engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa. 2013. P. 51-55.

2. Metallurgy qualimetry theory design and development / G.S. Gun, G.Sh. Rubin, M.V. Chukin, I.U. Mezin, A.G. Korchunov // Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university. 2013. №5 (45). P. 67-69.

3. Разработка теории квалиметрии метизного производства / Г.Ш. Рубин, М.В. Чукин, Г.С. Гун, Д.М. Закиров, И.Г. Гун // Черные металлы. Июль 2012. С. 15-21.

4. Актуальные проблемы квалиметрии метизного производства в период зарождения шестого технологического уклада / Г.С. Гун, М.В. Чукин, Г.Ш. Рубин, И.Ю. Мезин, А.Г. Корчунов // Металлург. 2014. №4. С. 92-95.

5. Разработка теории квалиметрии производства металлоизделий / Г.С. Гун, М.В. Чукин, И.Г. Гун, А.Г. Корчунов, И.Ю. Мезин, Г.Ш. Рубин, Д.М. Закиров // Труды IX конгресса прокатчиков (Том I). Череповец, 16-18 апреля 2013. С. 237-244.

6. Протипология – новый этап развития стандартизации метизного производства / Г.Ш. Рубин, М.А. Полякова, М.В. Чукин, Г.С. Гун // Сталь. 2013. №10. С. 84-87.

7. Генезис научных исследований в области качества металлопродукции / Г.С. Гун, И.Ю. Мезин, Г.Ш. Рубин, А.А. Минаев, А.Е. Назайбеков, Х. Дья // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. №1 (46). С. 92-97.

8. Научно-педагогическая школа Магнитогорского государственного технического университета по управлению качеством продукции и производственных процессов / Г.С. Гун, И.Ю. Мезин, А.Г. Корчунов, М.В. Чукин, И.Г. Гун, Г.Ш. Рубин // Качество в обработке материалов. 2014. №1. С. 5-8.

9. Всеобщее Управление качеством: Учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин: под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 600 с.: ил.

10. Гун И.Г., Михайловский И.А., Осипов Д.С., Куцепендик В.И., Сальников В.В., Гун Е.И., Смирнов А.В., Смирнов А.В. Разработка, моделирование и совершенствование процессов производства шаровых шарниров автомобилей // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1 (45). С. 52-57.

11. Куцепендик В.И., Гун И.Г., Михайловский И.А., Осипов Д.С., Сальников В.В., Гун Е.И., Смирнов А.В., Смирнов Ал.В. Развитие процессов ОМД в производстве автокомпонентов // XIV International Scientific conference «New technologies and achievements in metallurgy, material engineering and production engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa. 2013. P. 309-316.

12. Михайловский И.А., Гун Е.И. Разработка методики оценки значимости параметров продукции и технологических операций её производства с точки зрения влияния на качество // Век качества. 2014. № 3. С. 28-33.

13. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

14. Lee H.M. Applying fuzzy set theory to evaluate the rate of aggregative risk in software development // Fuzzy Sets and Systems. – 1996. – V. 79.

15. Колокольцев В.М. Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. История. Развитие // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1(45). С. 5–6.

16. Производство многофункциональных сплавов инварного класса с повышенными эксплуатационными свойствами / В.М. Колокольцев, М.В. Чукин, Э.М. Голубчик, Родионов Ю.Л., Бухвалов Н.Ю. // Металлургические процессы и оборудование, 2013. № 3 (33). С. 47-52.

References

1. Development of qualimetry theory in the steel industry / XIV International Scientific conference «New technologies and achievements in metallurgy, material engineering and production engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa. 2013. P. 51-55.

2. Metallurgy qualimetry theory design and development / G.S. Gun, G.Sh. Rubin, M.V. Chukin, I.U. Mezin, A.G. Korchunov // Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university. 2013. №5 (45). P. 67-69.

3. Development of qualimetry of metal products industry / G.Sh. Rubin, M.V. Chukin, G.S. Gun, D.M. Zakirov, I.G. Gun // Ferrous metals. July 2012. P. 15-21.

4. Actual problems of quality control in metal parts production during the birth of the sixth technological order / G.S. Gun, M.V. Chukin, G.Sh. Rubin, I.U. Mezin, A.G. Korchunov // Metallurg. 2014. №4. P.92-95.

5. Development of qualimetry theory in metal products industry / G.S. Gun, M.V. Chukin, I.G. Gun, A.G. Korchunov, I.U. Mezin, G.Sh. Rubin, D.M. Zakirov // Proceedings of the IX Congress of distributors (Volume I). Cherepovets. April 16-18, 2013. P. 237-244.

6. Protipology – a new stage in the development of standardization of metal parts production / G.Sh. Rubin, M.A. Polyakova, M.V. Chukin, G.S. Gun // *Steel*. 2013. №10. P. 84-87.

7. The genesis of scientific research in the field of metal products quality / G.S. Gun, I.U. Mezin, G.Sh. Rubin, A.A. Minaev, A.E. Nazaibekov, H. Dyja // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university*. 2014. №1 (46). P. 92-97.

8. Scientific and pedagogical school Magnitogorsk State Technical University on the product and production processes quality management / G.S. Gun, I.U. Mezin, A.G. Korchunov, M.V. Chukin, I.G. Gun, G.Sh. Rubin // *Quality in material processing*. 2014. №1. P. 5-8.

9. Total Quality Management: A Textbook for high schools / O.P. Gludkin, N.M. Gorbunov, A.I. Gurov, Y.V. Zorin: ed. by O.P. Gludkin. – M.: Guoryachaya liniya – Telecom, 2001 - 600 p.: pictured.

10. Gun I.G., Mikhailovsky I.A., Osipov D.S., Kutsependik V.I., Salnikov V.V., Gun E.I., Smirnov Ar.V., Smirnov Al.V. Design, Modeling and Improvement of car ball joints production processes // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University*. 2014. № 1 (45). p. 52-57.

11. Kutsependik V.I., Gun I.G., Mikhailovsky I.A., Osipov D.S., Salnikov V.V., Gun E.I., Smirnov Ar.V., Smirnov Al.V., Development of metal forming processes in the production of automotive components // *XIV Inter-*

national Scientific conference «New technologies and achievements in metallurgy, material engineering and production engineering: a collective monograph edited by Henryk Dyja, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa. 2013. P. 309-316.

12. Mikhailovsky I.A., Gun E.I. Development of the method for assessing the significance of product parameters and its manufacturing operations in terms of impact on the quality of the product // *Age of Quality*. 2014. № 3. p. 32-37.

13. Saaty T. Decision-making. Analytic hierarchy process. – M.: Radio and communication, 1993 – 320 p.

14. Lee H.M. Applying fuzzy set theory to evaluate the rate of aggregative risk in software development // *Fuzzy Sets and Systems*. – 1996. – V. 79.

15. Kolokoltsev V.M. Nosov Magnitogorsk State Technical University. History. Development. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova* [*Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University*]. 2014. no. 1(45), pp. 5–6.

16. Proizvodstvo mnogofunkcionalnyh splavov invarnogo klassa s povyshennymi jekspluatacionnymi svojstvami. / V.M. Kolokolcev, M.V. Chukin, Je.M. Golubchik, Rodionov Ju.L., Buhvalov N.Ju. // *Metallurgicheskie processy i oborudovanie [Metallurgical processes and equipment]*, 2013, no. 3, pp. 47–52.

УДК 621.771

Гурьянов Г.Н., Зуев Б.М., Егоров В.Д.

РЕШЕНИЕ КОМПЛЕКСА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕТИЗНОГО ПОИЗВОДСТВА ПРИ СОЗДАНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ КАНАТОВ В СЕВЕРНОМ ИСПОЛНЕНИИ

Аннотация. Приведены научно-исследовательские и прикладные задачи, которые были решены сотрудниками института метизной промышленности (ВНИИметиз, г. Магнитогорск) при разработке технологического процесса производства проволоки и канатов в северном исполнении.

Ключевые слова: проволока, канат, волочение, качество, химический состав сталей, хладостойкость, прочность, пластичность, усталостная стойкость, методики испытания, оптимизация режимов волочения.

Современная Россия приступает к активному освоению арктического шельфа. Для этого необходимы машины, оборудование, механизмы и метизы в северном исполнении. В Советском Союзе отсутствовала нормативная техническая и технологическая документация на серийное произ-

водство метизов для эксплуатации в условиях Севера. Поэтому в 90 – е годы прошлого столетия Министерством СССР были приняты Постановления, предусматривающие отечественное производство техники для Севера. В частности, основанием для разработки и освоения производства

канатов в климатическом исполнении ХЛ 1 был приказ МЧМ СССР № 1028 от 10.11.87 г. Ответственным исполнителем этого приказа был Магнитогорский Всесоюзный научно-исследовательский институт метизной промышленности (ВНИИметиз). Необходимо отметить, что после распада Союза не проводились систематические исследования по совершенствованию технологий производства проволоки и канатов для Севера как в России, так и ближнем зарубежье.

При разработке технологических процессов производства проволоки и канатов в климатическом исполнении ХЛ1 решили ряд научно-прикладных задач. На **рис. 1** показаны объекты исследования этой разработки, а основные её результаты приведены в отчёте по НИР [1] и статьях [2 - 5].

При проведении НИР имели фрагментарные данные о зарубежных показателях качества проволоки и канатов в северном исполнении.

Дополнительно для оценки качества разрабатываемых канатов и их проволоки использовали имеющийся в распоряжении ВНИИметиза канат канадского производства, предназначенный для эксплуатации в условиях Севера.

Результаты испытания проволоки из импортного каната показали, что её однородность механических свойств несколько выше, чем у проволоки в отечественных канатах общего назначения, например, по ГОСТ 7668-80 [1].

Более высокая однородность механических свойств проволоки, взятой из каната, указывает не только на стабильность технологического процесса производства проволоки и стали для её изготовления, но и на правильный подбор проволок для каната и качественное проведение самого процесса его свивки.

В табл. 1 приведён фактический химический состав сталей, использованных при изготовлении опытных партий канатной проволоки и проволоки из канадского каната. Необходимо отметить, что требо-

вания к химическому составу опытной стали с добавкой ванадия 0,06 % были регламентированы техническим соглашением.



Рис. 1. Объекты исследования при разработке технологического процесса производства канатов в северном исполнении

Содержание нежелательных элементов серы и фосфора в опытной стали, стали для металлокорда по ТУ 14-1-1881-76 и в канадской проволоке примерно одинаковое.

При проведении НИР выполнили поиск рациональной технологии производства канатной проволоки. Для этого использовали методику оценки качества продукции комплексным методом [1, 6]. Методика предусматривает случай оценки качества продукции, когда отсутствуют полностью или частично данные о базовых значениях показателей качества. Содержание методики заключается в следующем.

Фактический химический состав сталей, использованных при изготовлении опытных образцов, партий проволоки, и стали проволоки из канадского каната

Содержание элементов, %	Марка стали				
	70 ТУ 14-1- 1881-76	65 Г ГОСТ 14959-79	65 КК ОСТ 14-15- 37-65	Импортный аналог (Канада)	Опытная сталь (0,06 % V)
<i>C</i>	0,70–0,74	0,62-0,70	0,65-0,70	0,65-0,69	0,68-0,72
<i>Mn</i>	0,30-0,70	0,90-1,20	0,40-0,70	0,56-0,80	0,17-0,33
<i>Si</i>	0,25-0,37	0,17-0,37	0,25-0,45	0,12-0,26	0,40-0,70
<i>S</i>	< 0,015	< 0,025	< 0,030	0,007-0,009	< 0,015
<i>P</i>	< 0,015	< 0,025	< 0,030	0,016-0,023	< 0,015
<i>Cr</i>	< 0,05	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
<i>Ni</i>	< 0,05	< 0,15	< 0,10	< 0,10	< 0,15
<i>Cu</i>	< 0,05	< 0,20	< 0,15	< 0,10	< 0,10

Пусть число различных вариантов изготовления продукции равно Z . Каждый вариант характеризуется своими технологическими параметрами изготовления, которые оцениваются количественно и (или) качественно: содержание химических элементов в стали, способ её выплавки, режимы термической обработки и способ подготовки поверхности заготовки к волочению, температура волочения, величина единичных и суммарных обжатий при волочении проволоки передельных и готовых размеров, режимы свивки каната и т.п. Технологические параметры изготовления будем обозначать $A, B, C \dots R$, а конкретные их значения или уровень $a, b, c \dots r$. Продукция оценивается по показателям качества $X_{a,b,c \dots d}^i$. Верхний индекс обозначает номер показателя качества, нижние индексы показывают значения технологических факторов в количественной или качественной оценке. Нижние индексы удобно представлять в цифровом обозначении. Например, X_{213}^1 означает, что первый показатель качества изделия определён для варианта его изготовления, когда первый технологический параметр (фактор) изготовления принимал второй уровень своего значения, второй технологический фактор – первый уровень, третий фактор – третий уровень. Количество уровней для каждого техноло-

гического параметра, как правило, различное.

Для каждого варианта изготовления продукции вычислим среднее значение i – ого показателя качества

$$\bar{X}_{a,b,c \dots r}^i = \sum_1^k X_{a,b,c \dots r}^i / k, \quad (1)$$

где k – количество испытаний при определении среднего значения i – ого показателя качества.

Среднее значение i – ого показателя качества по всем вариантам изготовления продукции равно

$$\bar{X}^i = \frac{\sum_1^{k_1} \bar{X}_{a,b,c \dots r}^i + \sum_1^{k_2} \bar{X}_{a,b,c \dots r}^i + \dots + \sum_1^{k_z} \bar{X}_{a,b,c \dots r}^i}{k_1 + k_2 + \dots + k_z}, \quad (2)$$

где $k_1, k_2 \dots k_z$ – количество испытаний при определении среднего значения в $1, 2, \dots z$ – ом варианте изготовления продукции. Сумма, стоящая в знаменателе выражения (2), определяет количество всех испытаний, взятых из совокупности различных вариантов изготовления продукции.

Относительное значение i -ого показателя качества конкретного варианта изготовления изделия в сравнении со средним по всем вариантам определится из выражения

$$(X_{om}^i)_j = \bar{X}_{a,b,c...r}^i / \bar{X}^i. \quad (3)$$

Здесь нижний индекс « j » в левой части равенства введён для краткости обозначения варианта изготовления продукции вместо нижнего индекса « $a, b, c...r$ ».

Относительный средневзвешенный показатель качества j -ого варианта изготовления (2) равен

$$U_j = \sum_{i=1}^n (X_{om}^i)_j \cdot q_i, \quad (4)$$

где q_i - коэффициенты весомости для i -ого показателя качества продукции.

Таким образом, для сравнительной оценки качества продукции, изготовленной по различным вариантам, в качестве базовых значений единичных показателей качества взяты средние значения показателей по всем вариантам изготовления продукции \bar{X}^i (2). Выбор технологии производства продукции производят по величине средневзвешенного показателя качества (4). Чем больше величина U_j , тем выше качество продукции по рассматриваемому j -ому варианту изготовления. Если известны базовые значения показателей качества, то их используют вместо расчётных величин \bar{X}^i при определении относительных значений по формуле (3).

Коэффициенты весомости q_i в формуле (4) выбираются из условия значимости единичного показателя на качество

продукции. Существуют следующие методы определения коэффициентов (параметров) весомости: метод стоимостных регрессивных зависимостей; метод предельных и номинальных значений; метод эквивалентных соотношений; экспертный метод. Использование того или иного метода зависит от условий решаемой задачи.

При анализе качества в некоторых случаях целесообразно вести учёт однородности свойств по каждому единичному показателю с помощью таких характеристик статистики, как стандартное отклонение или дисперсия. Оценку качества продукции по однородности её свойств можно выполнить также комплексным методом, как это было сделано выше (4).

Для примера приведём сравнение качества опытной канатной проволоки из стали 70 по ТУ 14-1-1881-76 с размерами диаметра 0,81 мм, 1,02 мм и 1,10 мм. Из каната импортного производства (Канада) для проведения механических испытаний были вырезаны образцы проволоки диаметром 0,85 мм, 1,01 мм и 1,12 мм. Таким образом, имеем шесть вариантов изготовления проволоки. Определяли временное сопротивление разрыву σ_b , число гибов n_g и скручиваний $n_{скр}$ до разрушения опытной и импортной проволоки по соответствующим ГОСТам.

Обозначим относительный средневзвешенный показатель качества в виде U_{ij} . Индекс « i » принимает два значения: 1 – для опытной проволоки и 2 – для импортной проволоки. Размер проволоки фиксирует индекс « j »: цифры 1, 2 и 3 обозначают три значения диаметра опытной и импортной проволоки в порядке их возрастания. В табл. 2 приведены результаты испытаний: средние значения и число испытаний n при определении каждой характеристики проволоки.

Механические свойства канатной проволоки

Показатель качества и число испытаний (n)	Опытная проволока, $i = 1$			Импортная проволока, $i = 2$		
	Диаметр, j			Диаметр, j		
	1	2	3	1	2	3
σ_b , МПа (n)	2162 (36)	2116 (36)	2094 (42)	1972 (30)	1995 (30)	1984 (30)
n_z (n)	21,9 (35)	14,2 (36)	14,2 (42)	18,5 (30)	17,3 (30)	12,2 (30)
$n_{скр}$ (n)	36,3 (36)	36,3 (36)	38,5 (42)	39,9 (30)	41,7 (30)	41,3 (30)

Выполнили оценку качества опытной и импортной проволоки при различных значениях коэффициентов весомости q_i (4). Значения коэффициентов q_i приняли по результатам опроса специалистов проволочного и канатного производства (экспертный метод определения коэффициентов весомости).

1. Значения коэффициентов весомости равны для трёх показателей качества (σ_b , n_z , $n_{скр}$): $q_1 = q_2 = q_3 = 0,33$. Для опытной проволоки имеем следующие функции качества: $U_{11} = 1,11$; $U_{12} = 0,95$; $U_{13} = 0,96$. Для импортной проволоки: $U_{21} = 1,03$; $U_{22} = 1,02$; $U_{23} = 0,92$. Средние значения для трёх размеров диаметра опытной \bar{U}_{1j} и импортной \bar{U}_{2j} проволоки соответственно равны 1,00 и 0,99.

2. Прочностные свойства проволоки не будем учитывать ($q_1 = 0$), а $q_2 = q_3 = 0,50$. Для этого случая имеем относительные показатели качества проволоки: $U_{11} = 1,13$; $U_{12} = 0,91$; $U_{13} = 0,93$; $\bar{U}_{1j} = 0,99$; $U_{21} = 1,08$; $U_{22} = 1,07$; $U_{23} = 0,91$; $\bar{U}_{2j} = 1,02$.

3. Прочностные свойства проволоки не учитываются. Но взяты другие коэффициенты весомости ($q_2 = 0,66$; $q_3 = 0,34$): $U_{11} = 1,20$; $U_{12} = 0,89$; $U_{13} = 0,91$; $\bar{U}_{1j} = 1,00$; $U_{21} = 1,10$; $U_{22} = 1,06$; $U_{23} = 0,86$; $\bar{U}_{2j} = 1,00$.

4. Учитываются все три показателя качества и коэффициенты весомости от-

личны от первого варианта расчёта ($q_1 = 0,60$; $q_2 = 0,26$; $q_3 = 0,14$): $U_{11} = 1,11$; $U_{12} = 0,98$; $U_{13} = 0,98$; $\bar{U}_{1j} = 1,02$; $U_{21} = 1,01$; $U_{22} = 1,00$; $U_{23} = 0,92$; $\bar{U}_{2j} = 0,98$.

Очевиден близкий уровень механических свойств опытной и импортной проволоки. С уменьшением диаметра проволоки показатель качества возрастает для проволоки опытной и импортной, так как имеем неравенства: $\bar{U}_{1j} < U_{11}$ и $\bar{U}_{2j} < U_{21}$. Наиболее высокий показатель качества U_{11} у опытной проволоки диаметром 0,81 мм, а наименьший показатель U_{23} у канадской проволоки диаметром 1,12 мм. Таким образом, уровень качества конкретного варианта изготовления проволоки может быть выше ($U_{ij} > 1$), ниже ($U_{ij} < 1$) и равен ($U_{ij} = 1$) уровню качества гипотетического варианта изготовления проволоки с показателями качества \bar{X}^i (2), выбранного для базы сравнения. Сравнение по относительным средневзвешенным показателям качества канатной проволоки разного уровня прочности из нескольких марок углеродистой стали приведено в работах [1, 4, 6]. В частности, оценка качества по величине средневзвешенного критерия (4) показала одинаковый уровень механических свойств проволоки из стали по ТУ 14-1-1881-76 и опытной стали с ванадием. У проволоки из стали 65Г оказался несколько ниже критерий качества (4).

При выполнении НИР [1] разработаны конструкции волоочильного инструмента с развитой гидродинамической подачи смазки в очаг деформации проволоки и интенсивным охлаждением его рабочей зоны, что снижает температуру деформирования и интенсивность деформационного старения углеродистой стали, а также повышает стойкость волоочильного инструмента и однородность механических свойств по длине проволоки [7 - 11].

Разработанные нестандартные методики испытания проволоки и каната при низких температурах реализованы в Магнитогорском «ВНИИметиз» и Одесском ПО «Холодмаш». Установлены особенности влияния низких температур испытания углеродистой проволоки на её прочность, пластичность и выносливость. Сила разрыва R_b увеличилась на 3 – 8 % при снижении температуры испытания с $+24^{\circ}\text{C}$ до -60°C . При этом марка стали и степень наклёпа проволоки не оказали влияния на рост силы R_b . Количество скручиваний до разрушения проволоки снижается в 1,5 – 6,0 раз в зависимости от степени деформации проволоки. Увеличение степени деформации проволоки способствует уменьшению влияния низких температур на изменение числа скручиваний и более равномерному распределению деформации кручения по длине образцов [12]. Удельная работа ударного среза проволочных образцов без нанесения концентраторов напряжения увеличилась в 1,5-2,0 раза с понижением температуры испытания с $+24^{\circ}\text{C}$ до -70°C . При изгибе с вращением проволоки не обнаружили влияния отрицательных температур на снижение числа циклов до её разрушения. Для проведения испытаний канатов на выносливость была спроектирована и изготовлена на экспериментальном заводе ВНИИметиза пробегная машина горизонтального типа, отличающаяся удобством эксплуатации в условиях стандартной низкотемпературной камеры.

Опытно-промышленные партии проволоки и канатов изготовлены в соответствии с разработанными техническими условиями ТУ 14-4-1542-89 «Проволока сталь-

ная канатная специальная» и ТУ 14-4-1589-89 «Канаты стальные для башенных кранов». В технических условиях показатели качества проволоки не ниже соответствующих показателей зарубежных аналогов и превосходят показатели канатной проволоки по ГОСТ 7372-79 в части требований на число скручиваний до разрушения и расширения сортамента проволоки маркировочной группой 2060 МПа (210 кгс/мм^2). В соответствии с техническими условиями на проволоку составлена технологическая инструкция ВТИ 174-МТ-Пр-122-89 «Проволока стальная, углеродистая для канатов в северном исполнении». Эффективность применения разработанных канатов с хладостойкой смазкой Торсиол-55 заключается в повышении уровня их наработки при положительной температуре и его сохранении при отрицательных температурах до -60°C , снижением затрат на монтаж и демонтаж канатов, а также в уменьшении диаметра канатов на 10-15% за счёт повышения уровня прочности проволоки до 2060 МПа.

Выводы. Разработаны методики для нестандартных испытаний проволоки (ударный срез без нанесения концентратора напряжения, кручение при низкой температуре) и канатов при положительных и отрицательных температурах и изготовлены соответствующие устройства и приспособления для их реализации. Проведены испытания проволоки из различных марок углеродистой стали при положительных и отрицательных температурах на разрыв растяжением, кручение, ударный срез и усталостную стойкость. Испытания канатов диаметром 7,2 мм маркировочных групп прочности 1770 МПа и 2060 МПа из стали 70 (ТУ 14-15-113-82) с хладостойкой смазкой Торсиол - 55 (ГОСТ 20458-75) показали отсутствие снижения выносливости с понижением температуры с $+20^{\circ}\text{C}$ до -60°C . На основе проведённых исследований выбраны конструкция канатов (двойной свивки типа ЛК-РО 6x36 + о.с., ГОСТ 7668 - 55), канатная смазка, марки стали проволоки, уровень её прочностных свойств, допуски на диаметр, предельные

значения числа скручиваний и гибов до её разрушения и т.п. Разработана и утверждена техническая и технологическая документация на производство проволоки и канатов в северном исполнении. Статистическая обработка результатов механических испытаний канадской проволоки и проволоки отечественных канатов общего назначения при обычных и отрицательных температурах показала необходимость использования качественной стали и совершенствования процесса волочения канатной проволоки с целью повышения по её длине однородности физико-механических свойств. Разработанную методику для оценки качества продукции [1, 6] использовали для выбора рационального технологического процесса производства проволоки в северном исполнении с учётом комплекса технических, технологических и финансовых ограничений. В частности, оценка качества по этой методике показала одинаковый уровень эксплуатационных свойств канатной проволоки канадского производства и проволоки из стали 70 по ТУ 14-1-1881-76.

Список литературы

1. Отчёт о НИР. Разработка и освоение производства канатов в северном исполнении / Киселёв В.Я., Гурьянов Г.Н., Баталов Г.В. и др. - Магнитогорск: ВНИИметиз, 1989. - № Г.Р. 01880020051. 168 с.
2. Гурьянов Г.Н., Баталов Г.В., Киселёв В.Я. Результаты исследования прочностных и пластических свойств при низкотемпературном растяжении и кручении углеродистой проволоки // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 2007. № 6. С. 59-62,
3. Гурьянов Г.Н. Исследование распределения деформации кручения по длине образцов углеродистой проволоки // *Заводская лаборатория*. 2008. Т. 74. № 8. С. 63 - 65.
4. Гурьянов Г.Н., Коломиец Б.А., Баталов Г.В., Киселёв В.Я. Механические свойства углеродистой канатной проволоки при низкой температуре // *Заготовительные производства в машиностроении*. 2009. № 3. С. 40 - 42.
5. Гурьянов Г.Н., Зуев Б.М. Методики и результаты испытания углеродистой проволоки на ударный срез и растяжение при низкой температуре // *Качество в обработке материалов*. 2014. № 1. С. 64 - 70.
6. Гурьянов Г.Н. Определение рациональной технологии изготовления металлоизделий с использованием относительных средневзвешенных показателей качества // *Пути ускорения научно – технического прогресса в метизном производстве: Сб. трудов. Магнитогорск: ВНИИметиз, 1990, С. 58 - 59.*
7. Деформационное старение холоднодеформированной стальной проволоки / В.К. Бабич, В.А. Пирогов, В.П. Фетисов. М.: Ин-т «Черметинформация», сер. «Метизное производство», 1976, вып. 4. 21 с.
8. Колмогоров В.Л., Орлов С.И., Колмогоров Г.Л. Гидродинамическая подача смазки. - М.: Металлургия, 1975. 256 с.
9. Колмогоров Г.Л. Гидродинамическая смазка при обработке металлов давлением. - М.: Металлургия, 1986. 168 с.
10. Гурьянов Г.Н., Зуев Б.М. Температура волочения как определяющий фактор управления качеством проволоки ответственного назначения // *Обработка сплошных и слоистых материалов: межвуз. сб. науч. тр. / под ред. проф. М.В. Чукина. Магнитогорск: Из-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. Вып. 38. –С. 89 - 102.*
11. Гурьянов Г.Н., Зуев Б.М. Качество и технологичность волочения проволоки специального назначения // *Сталь*. 2013. № 3. С. 78 - 80.
12. Гурьянов Г.Н. Способ исследования деформаций при кручении. А.С. 1717942. СССР. Опубл. в Б.И. № 9, 1992.

References

1. *Otchjot o NIR. Razrabotka i osvoenie proizvodstva kanatov v severnom ispolnenii / Kisel'jov V.Ja., Gurjanov G.N., Batalov G.V. i dr.-Magnitogorsk: VNIImetiz, 1989. - № G.R. 01880020051. 168 p.*
2. Gurjanov G.N., Batalov G.V., Kisel'jov V.Ja. *Rezultaty issledovanija prochnostnyh i plasticheskikh svojstv pri nizkotemperaturnom rastjazhenii i kruchenii uglerodistoj provoloki // Metallurgicheskaja i gornorudnaja promyshlennost. 2007. № 6. pp. 59-62,*
3. Gurjanov G.N. Torsion deformation distribution along the carbon wire samples. *Zavodskaja laboratorija [Plant laboratory]. 2008, T. 74, no. 8, pp. 63 - 65.*
4. Gurjanov G.N., Kolomiec B.A., Batalov G.V., Kisel'jov V.Ja. *Mehanicheskie svojstva uglerodistoj kanatnoj provoloki pri nizkoj temperature // Zagotovitel'nye proizvodstva v mashinostroenii. 2009. № 3. pp. 40 - 42.*
5. Gurjanov G.N., Zuev B.M. Methods and results of carbon steel wire impact shear and elongation test at low temperature// *Quality in materials processing. 2014. №1. pp. 64-70.*
6. Gurjanov G.N. *Opredelenie racional'noj tehnologii izgotovlenija metalloizdelij s ispol'zovaniem otositel'nyh srednevzveshennyh pokazatelej kachestva // Puti uskorenija nauchno – tehničeskogo progressa v metiznom proizvodstve: Sb. trudov. Magnitogorsk: VNIImetiz, 1990, pp. 58 - 59.*
7. *Deformacionnoe starenie holodnodeformirovannoj stalnoj provoloki / V.K. Babich, V.A.*

Pirogov, V.P. Fetisov. M.: In-t «Chermetin-formacija», ser. «Metiznoe proizvodstvo», 1976, vyp. 4. 21 p.

8. Kolmogorov V.L., Orlov S.I., Kolmogorov G.L. *Gidrodinamicheskaja podacha smazki*. - M.: Metallurgija, 1975. 256 p

9. Kolmogorov V.L. *Gidrodinamicheskaja smazka pri obrabotke metallov davleniem*. - M.: Metallurgija, 1986. 168 p.

10. Gurjanov G.N., Zuev B.M. *Temperatura volochenija kak opredeljajushhij faktor upravlenija kachestvom provoloki otvetstvennogo naznachenija // Obrabotka sploshnyh i sloistyh materialov: mezhvuz.*

mezhdunar. sb. nauch. tr. Magnitogorsk: MGTU [Processing of solid and laminated materials: interuniver. international collection scientific articles. Magnitogorsk: NMSTU], / pod red. prof. M.V. Chukina. 2012. no. 38. –pp. 89 - 102.

11. Gurjanov G.N., Zuev B.M. *Kachestvo i tehnologichnost volochenija provoloki specialnogo naznachenija // Stal [Steel]*. 2013. no. 3. pp. 78 - 80.

12. Gurjanov G.N. *Sposob issledovanija deformacij pri kruchenii*. A.S. 1717942. SSSR. Opubl. v B.I. no. 9, 1992

УДК 006.013: 621.778

Найзабеков А.Б., Гун Г.С., Данилова Ю.В., Полякова М.А.

ОБЩЕЕ И ОСОБЕННОЕ В СИСТЕМАХ СТАНДАРТИЗАЦИИ РОССИИ И КАЗАХСТАНА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Аннотация. Актуальным вопросом современного этапа развития стандартизации является внимательное изучение систем стандартизации различных стран, выявление их особенностей, общих и отличительных черт, тенденций развития, сравнительный анализ мирового опыта и традиций. Задачей сравнительного исследования является не только исследование и осмысление общих характерных черт национальных систем стандартизации, но и стремление воспринять основные достижения в данной области. Приведен краткий исторический обзор развития системы стандартизации в Республике Казахстан. Рассмотрены характерные особенности становления системы стандартизации в Республике Казахстан и Российской Федерации. Проведен анализ действующих нормативных документов, порядка и сроков их разработки на территории обоих государств. Отмечено, что системы стандартизации построены на четырех базовых принципах: консенсуса, вовлечения всех заинтересованных сторон, баланса интересов, открытости и прозрачности. Несмотря на существенную схожесть в формальных принципах, в практических методах работы в области стандартизации Российской Федерации и Республики Казахстан налицо явная разница. Прежде всего, это относится к видам нормативных документов.

Ключевые слова: стандартизация, сравнительный анализ, нормативно-технические документы, национальный стандарт, предстандарт, стандарт консорциума, неправительственный стандарт, принципы стандартизации.

В условиях рыночной экономики одной из ключевых задач является коренное повышение качества продукции [1-3, 19, 21-23]. Нормативные документы регламентируют технико-экономические характеристики продукции, ее надежность, долговечность, безопасность, экологическую чистоту при эксплуатации. Эффективность стандартизации как формы регулирования процессов и результатов деятельности во всех сферах производственно-технических, торгово-экономических, социальных и других отношений находит подтверждение

на международном уровне в расширяющихся масштабах работ по стандартизации в развитых и развивающихся странах. Во многих, в первую очередь в промышленно развитых странах созданы государственные системы стандартизации. Для развития и улучшения эффективности взаимовыгодного сотрудничества отдельных стран сформировалась и динамично развивается система международной стандартизации.

Стандартизация является одним из важнейших элементов современного меха-

низма управления качеством продукции (работ, услуг). Актуальным вопросом современного этапа развития стандартизации является внимательное изучение систем стандартизации различных стран, выявление их особенностей, общих и отличительных черт, тенденций развития, сравнительный анализ мирового опыта и традиций. Задачей сравнительного исследования является не только исследование и осмысление общих характерных черт национальных систем стандартизации, но и стремление воспринять основные достижения в данной области. Учёт зарубежного опыта дает новые идеи и направления для развития российской системы стандартизации. Сравнительный анализ различных национальных систем стандартизации позволяет создать системное видение общемировой и российской динамики развития данной области, что является необходимым условием модернизации отечественной практики в данном виде деятельности.

Республика Казахстан, являясь надежным партнером России, самостоятельно развивает национальную систему стандартизации, которая базируется на накопленном историческом опыте стандартизации СССР. До распада СССР общесоюзная государственная система метрологии и стандартизации распространялась на все союзные республики, включая Казахскую ССР [4].

Распад СССР 26 декабря 1991 года поставил перед стандартизацией такую задачу, как согласование политики стандартизации на территории СНГ. Чтобы избежать дезинтеграции системы стандартизации на постсоветском пространстве, государства-члены Союза Независимых Государств (СНГ), членом которого является Республика Казахстан, 13 марта 1992 г. приняли Соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации, согласно которому государственные стандарты СССР.

Таким образом, Казахстан унаследовал от СССР более 20 тысяч ГОСТов, большинство из которых продолжает при-

меняться на территории республики. Кроме того, в соглашение вошло положение о том, что на территории государств-членов СНГ допускается использовать действовавшие до 1992 года отраслевые нормативные документы, утвержденные министерствами и ведомствами бывшего СССР, впредь до введения новых, национальных норм государствами, подписавшими соглашение [4].

За годы независимости в Казахстане были разработаны свои нормативно-технические документы, которые заменили часть нормативов бывшего СССР. Кроме того, в условиях отсутствия собственной нормативной базы многие отраслевые министерства и ведомства республики иногда практикуют признание на территории Казахстана отдельных нормативных документов Российской Федерации. До недавнего времени все процессы разработки и утверждения нормативных документов, а также применение нормативов на практике и процедуры контроля за соблюдением нормативных требований базировались на принципах, унаследованных от системы социалистического хозяйствования [4, 20].

Для системы стандартизации Республики Казахстан в период 1992-2003 гг. характерны следующие направления развития [5]:

- развитие межгосударственной стандартизации в соответствии с Соглашением стран СНГ от 13 марта 1992 года;
- активизация работ по гармонизации казахстанских стандартов с международными в связи с необходимостью освоения международного рынка и подготовкой к вступлению во Всемирную торговую организацию;
- первоочередная разработка государственных стандартов на продукцию и услуги, подлежащие обязательной сертификации;
- внедрение международных стандартов ИСО серии 9000 и создание отечественных систем менеджмента качества, соответствующих этим стандартам, и др.

В настоящее время деятельность по стандартизации в Республике Казахстан

регулируется Законом Республики Казахстан «О техническом регулировании» от 9 ноября 2004 года № 603-III ЗРК и государственными стандартами по стандартизации [6]. Деятельность по стандартизации в Российской Федерации регулируется Федеральным законом «О техническом регулировании» от 27.12.2002 N 184-ФЗ [7]. Однако, несмотря на аналогичные названия, сущность работ по стандартизации в Республике Казахстан и Российской Федерации имеет свои специфические особенности.

Наиболее существенной точкой соприкосновения казахстанской и российской систем технического регулирования является их двухярусная структура. Верхний ярус - нормативно-правовой и правовой и надзорный - составляют законы и подзаконные акты центральных государственных органов и административные функции государственных органов по контролю и надзору за соблюдением законодательства. Нижний ярус - нормативно-технический - представляет из себя комплекс стандартов, технических условий, методической и справочной информации, производством и употреблением которой в той или иной форме занимаются все без исключения участники экономической деятельности [8].

Разница в употреблении терминов в РФ и республики Казахстан формальна. Принципиально, что законодательство обоих государств четко разделяет нормативную базу на две категории – технические регламенты и стандарты. Этому способствовало приведение иерархической структуры нормативных документов в соответствии с положениями Соглашения Всемирной торговой организации «О технических барьерах в торговле».

В обоих государствах требования, регламентированные в стандартах, являются добровольными к применению. При этом стоит отметить, что требования, предусмотренные в стандартах для изготовителя той или иной продукции, приобретают обязательную силу для производителя, который добровольно пожелал следовать

им, указав на это, например, при маркировке продукции.

В отличие от нормативных документов, действующих в Российской Федерации, в Республике Казахстан могут разрабатываться и приниматься в установленном порядке неправительственные стандарты и стандарты консорциума

Специфической особенностью нормативных документов республики Казахстан является существование стандартов консорциума. Стандарт консорциума – стандарт, разработанный и утвержденный консорциумом, применяемый его членами. Согласно определению «Консорциум - это временный добровольный равноправный союз (объединение) на основе договора о совместной хозяйственной деятельности, в котором юридические лица объединяют те или иные ресурсы и координируют усилия для решения конкретных хозяйственных задач.

Участники консорциума сохраняют свою хозяйственную самостоятельность и могут принимать участие в деятельности других консорциумов, ассоциаций. Отношения между участниками консорциума строятся на договорной основе». Таким образом, такой механизм позволяет в короткие сроки принимать стандарты, необходимые для эффективной деятельности консорциума, а также ускоряет процесс внедрения результатов научных разработок.

В настоящее время любой стандарт – это результат согласования мнений всех заинтересованных в этом документе сторон (пользователей): производителей, потребителей, общественных организаций в результате переговоров. Каждая из этих сторон отстаивает, прежде всего, свои интересы в процессе разработки стандарта, поэтому процесс разработки, согласования и принятия стандарта в Российской Федерации занимает достаточно долгое время [9, 10].

Последовательность работ по согласованию проектов национального стандарта и предстандарта в Республике Казахстан одинаковы. Срок согласования проектов стандарта, предстандарта или

классификатора технико-экономической информации, в том числе размещенных на интернет-ресурсе уполномоченного органа, в Российской Федерации не превышает шестьдесят календарных дней со дня их поступления на рассмотрение [11]. После этого проект направляется в Государственный орган, ответственный за разработку такого технического регламента. Если недостатки в стандарте есть, то после их устранения разработчик формирует дело предстандарта и направляет на рассмотрение в Технический комитет по стандартизации (ТК). ТК передает дело предстандарта на рассмотрение и голосование полномочным представителям - членам ТК в течение пяти календарных дней со дня его предоставления. Общий срок рассмотрения и голосования составляет тридцать календарных дней. ТК после окончания голосования оформляет протокол голосования. В случае принятия предстандарта, дело по предстандарту передается на утверждение руководству ТК в течение двух календарных дней.

Однако, исходя из правил разработки и утверждения национального стандарта, можно установить, что в Российской Федерации период от выдачи уведомления о разработке стандарта до утверждения национальным органом по стандартизации может составлять минимум один год, для предварительного национального стандарта этот период составляет полгода [12]. В Республике Казахстан эти сроки в два раза короче.

Другой отличительной особенностью системы стандартизации Республики Казахстан является применение неправительственных стандартов. Неправительственные стандарты в Республике Казахстан разрабатываются для обеспечения безопасности продукции, процессов для жизни и здоровья человека и окружающей среды, в том числе растительного и животного мира, обеспечения национальной безопасности, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей относительно безопасности и качества продукции, услуги, устранения технических барьеров

в торговле [6]. Отличительной особенностью неправительственного стандарта является то, что в процессе обсуждения и разработки стандарта принимают участие потребители продукции. Это позволяет в значительной степени сблизить потребителей и производителей, в максимальной степени учитывая их возможности. Это позволяет разрабатывать и утверждать стандарты на продукцию, которая действительно востребована на внутреннем рынке товаров и услуг. Кроме того, сроки проведения всех этапов разработки и утверждения неправительственного стандарта четко регламентированы, что позволяет с уверенностью судить о конкретном сроке разрешения стандарта к применению.

Опыт участия потребителей в разработке стандартов уже известен. Так, потребители были в числе первых инициаторов разработки стандартов по управлению окружающей средой, в результате чего появилась серия стандартов ISO 14000, опубликованная в 1996 году [13]. В 2004 году они также были на передовой принятия решения ISO о разработке международного стандарта по социальной ответственности (ISO 26000), который привели к беспрецедентным усилиям по вовлечению потребителей и других заинтересованных сторон. Потребители также призвали к разработке стандартов и измеримой оценке соответствия программ, связанных с экологической маркировкой и другими «этическими указаниями» на этикетках продуктов. Сегодня стандарты разработаны и опубликованы в таких областях, как контроль выбросов парниковых газов, количественная оценка выбросов углекислого газа, энергетическая эффективность зданий, биотехнологии, управление водными ресурсами и нанотехнологии. Потребители серьезно заинтересованы в определении стандартов и внедрении передовых практик во всех этих областях, которые имеют непосредственное влияние на безопасность жизни и жизнедеятельности.

Еще одной отличительной особенностью работ в области стандартизации в

Республике Казахстан является утверждение Правил разработки планов государственной стандартизации. План разрабатывается и утверждается на 3 года, ежегодно пересматривается с учетом вносимых изменений и/или дополнений и распространяются на государственные органы, технические комитеты по стандартизации, физические и юридические лица независимо от форм собственности. При разработке планов учитываются требования, установленные нормативными правовыми актами Президента Республики Казахстан и Правительства Республики Казахстан, планы социального и экономического развития Республики Казахстан и научно-исследовательских работ. Участие заинтересованных лиц в разработке стандарта ведет к прогрессирующей стандартизации, повышению конкурентоспособности продукции

В Российской Федерации данной практики нет, что ограничивает реализацию принципа опережающей стандартизации.

На территории Российской Федерации и Республики Казахстан разрешено действие международных стандартов. В законодательства Российской Федерации и республике Казахстан допускает прямое действие иностранных стандартов на своей территории. Единственным необходимым условием для этого является наличие «ссылки на указанные стандарты в контрактах и договорах» (Ст. 24, п. 3) или в случаях, когда гражданско-правовые договоры требуют подтверждения соответствия на основе стандартов, указанных в договоре (Ст. 20, п. 1) [6]. Порядок применения международных и региональных стандартов в законодательствах обоих государств примерно одинаков. Законодательство Республики Казахстан предусматривает на территории республики прямое действие стандартов, выпускаемых международными и региональными организациями по стандартизации, членом которых является. При этом порядок применения таких стандартов определяется уполномо-

ченным государственным органом по стандартизации.

Законы обоих государств предусматривают использование норм и стандартов иностранных государств, международных и региональных организаций «в качестве основы при разработке нормативных правовых актов в области технического регулирования полностью или частично», если они соответствуют целям технического регулирования (Ст. 18, п. 4) [6], (Ст. 8, п. 4) [7]. В Российской Федерации и Республике Казахстан может применяться любой иностранный стандарт, если требования данного стандарта удовлетворяют требованиям потребителя и не противоречат требованиям законодательства обоих государств в отношении обеспечения безопасности продукции, услуг и процессов для жизни и здоровья человека и окружающей среды. При этом следует отметить, что закон Республики Казахстан «О техническом регулировании» выделяет «нормативные документы по стандартизации иностранных государств» в отдельную группу (отличную от «международных» и «региональных» стандартов и «национальных стандартов иностранных государств») (Ст. 24) [6].

Выводы

Во всем мире системы стандартизации построены на четырех базовых принципах: консенсуса, вовлечения всех заинтересованных сторон, баланса интересов, открытости и прозрачности. Несмотря на существенную схожесть в формальных принципах, в практических методах работы в области стандартизации Российской Федерации и Республики Казахстан явная разница. Наиболее заметна разница в сроках разработки и принятия решения об утверждении стандартов. Другая заметная разница – отсутствие в Российской Федерации нормативного документа, позволяющего в короткие сроки внедрять в производство результаты научных разработок. В СССР таким документом были технические условия. Они существуют и в настоящее время, однако не являются за-

конодательно регламентированным видом нормативного документа.

В последнее время созрело понимание, что стандартизация выделяется не только практической деятельностью и частью системы управления, но и отдельным научным направлением [14]. С другой стороны стандартизация – это система идей, принципов, методов, правил, норм, которые образуют научно-теоретические основы стандартизации; совокупность документов по стандартизации – в первую очередь стандартов, создаваемых на основе этих идей и методов; это и комплекс учреждений, организаций, научных кадров, осуществляющих исследования в области стандартизации, разработку, экспертизу, утверждение стандартов и реализующих посредством документов по стандартизации систему идей и методов с последующим контролем за их соблюдением [15-18].

Одним из важнейших условий развития стандартизации является дальнейшая разработка ее научных основ, решение большого числа крупных и сложных теоретических проблем технического, экономического, социального и правового характера, определяющих стандартизацию как науку.

Список литературы

1. Научно-педагогическая школа Магнитогорского государственного технического университета по управлению качеством продукции и производственных процессов / Г.С. Гун, И.Ю. Мезин, А.Г. Корчунов, М.В. Чукин, И.Г. Гун, Г.Ш. Рубин // Качество в обработке материалов. 2014. № 1. С. 5-8.
2. Генезис научных исследований в области качества металлопродукции / Г.С. Гун, И.Ю. Мезин, Г.Ш. Рубин, А.А. Минаев, А.Б. Найзабеков, Х. Дья // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1. С. 92-97.
3. Актуальные проблемы квалиметрии метизного производства в период зарождения шестого технологического уклада / Г.С. Гун, М.В. Чукин, Г.Ш. Рубин, И.Ю. Мезин, А.Г. Корчунов // Металлург. 2014. № 4. С. 92-95.
4. http://info.snip.kz/standards/kazakhstan/standards_history.php (дата обращения 26.09.14).
5. http://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00230060_0.html (дата обращения 27.09.14).
6. Закон Республики Казахстан от 9 ноября 2004 года № 603-ІІ «О техническом регулировании» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 03.12.2013 г.).
7. Федеральный закон Российской Федерации от 27.12.2002 N 184-ФЗ (ред. от 23.06.2014) «О техническом регулировании».
8. А.Р. Серых. Сравнительный анализ систем технического регулирования Казахстана, России и США. http://www.znaytovar.ru/gost/2/Sravnitelnyj_analiz_sistem_tex.html (дата обращения 3.10.2014 г.).
9. Рубин Г.Ш., Полякова М.А., Чукин М.В., Гун Г.С. Протипология – новый этап развития стандартизации метизного производства. Сталь. 2013. № 10. С. 84 – 87.
10. Рубин Г.Ш., Полякова М.А. Развитие научных основ стандартизации. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1. С. 97 – 102.
11. Приказ и.о. Министра индустрии и новых технологий Республики Казахстан от 28 декабря 2012 года №495 «Правила разработки, согласования, учета, утверждения, экспертизы, изменения, отмены и введения в действие национальных стандартов, предварительных национальных стандартов, классификаторов технико-экономической информации, за исключением военных стандартов на товары (продукцию), работы и услуги военного и двойного назначения».
12. ГОСТ Р 1.16-2011. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные предварительные. Правила разработки, утверждения, применения и отмены.
13. Гарин А. Стандарты работают лучше, когда потребители помогают разрабатывать их. <http://www.klubok.net/pageid588.html> (дата обращения 29.09.14 г.).
14. Полякова М.А., Рубин Г.Ш. Современное направление развития стандартизации как науки. Черные металлы. 2014. № 6. С. 32-37.
15. Разработка теории квалиметрии метизного производства / Г.Ш. Рубин, М.В. Чукин, Г.С. Гун, Д.М. Закиров // Черные металлы. Июль. 2012. С. 15-21.
16. Разработка теории квалиметрии производства металлоизделий / Г.С. Гун, М.В. Чукин, И.Г. Гун, А.Г. Корчунов, И.Ю. Мезин, Г.Ш. Рубин, Д.М. Закиров // Труды IX Конгресса прокатчиков. Том 1. Череповец, 16-18 апреля 2013. С. 237-244.
17. Разработка теории квалиметрии в металлургической отрасли / G.Sh. Rubin, G.S. Gun, M.V. Chukin, I.G. Gun, A.G. Korchunov // XIV International Scientific conference “New technologies and achievements in metallurgy and material engineering”. Collective monograph ed. by Henryk Duja, Anna Kovalek. Series: monographs. № 31. Czestochova. 2013. pp. 51-55.
18. Metallurgy qualimetry theory design and development / G.S. Gun, G.Sh. Rubin, M.V. Chukin, I.G. Gun, I.Yu. Mezin, A.G. Korchunov // Vestnik of Novos Magnitogorsk State Technical University. 2013. № 5. pp. 67-69.

19. Колокольцев В.М. Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. История. Развитие // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1(45). С. 5–6.

20. Производство многофункциональных сплавов инварного класса с повышенными эксплуатационными свойствами / В.М. Колокольцев, М.В. Чукин, Э.М. Голубчик, Родионов Ю.Л., Бухвалов Н.Ю. // *Металлургические процессы и оборудование*, 2013. № 3 (33). С. 47-52.

21. Подготовка квалифицированных кадров в условиях университетского комплекса / Колокольцев В.М., Разинкина Е.М., Глухова А.Ю. // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 2010. Т. 12. № 1-2. С. 615-618.

22. Научная деятельность ГОУ ВПО «МГТУ» в условиях развития нанотехнологий / Чукин М.В., Колокольцев В.М., Гун Г.С., Салганик В.М., Платов С.И. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2009. № 2. С. 55-59.

23. Колокольцев В.М. Пять лет от аттестации до аттестации // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова, 2008. № 1. С. 5-11.

References

1. Science and pedagogical school of Nosov Magnitogorsk state technical university for production and technological processes quality management. / G.S. Gun, I.Yu. Mezin, A.G. Korchunov, M.V. Chukin, I.G. Gun, G.Sh. Rubin // *Quality in materials processing*. 2014. № 1. pp. 5-8.

2. Genesis of scientific researches in metal ware quality sphere / G.S. Gun, I.Yu. Mezin, G.Sh. Rubin, A.A. Minaev, A.B. Nayzabekov, H. Dyja // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university*. 2014. №1. pp. 92-97.

3. Actual problems of metal ware qualimetry during conception of the sixth technological setup / G.S. Gun, M.V. Chukin, G.Sh. Rubin, I.Yu. Mezin, A.G. Korchunov // *Metallurg*. 2014. № 4. pp. 92-95.

4. http://info.snip.kz/standards/kazakhstan/standards_history.php (address data 26.09.2014).

5. http://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00230060_0.html (address data 27.09.2014).

6. The Law of Kazakhstan Republic 9 November 2004 № 603-II (with changes and additions on 03.12.2013).

7. The Federal Law 27.12.2002 N 184-FZ "About the Technical Regulation"

8. Serykh A.R. Comparative analysis of technical regulation systems in Kazakhstan, Russia and the USA. http://www.znaytovar.ru/gost/2/Sravnitelnyj_analiz_sistem_tex.html (address data 3.10.2014).

9. Protipolofy is the next stage of metalware standartization development / Rubin G.Sh., Polyakova M.A., Chukin M.V., Gun G.S. // *Steel*. 2013. №10. pp.

84 – 87.

10. Rubin G.Sh., Polyakova M.A. Creation of standardization scientific bases. *Vestnik of Nosov Magnitogorsk state technical university*. 2014. № 1. pp. 97-102.

11. The Order of acting Minister of industry and new technologies of Kazakhstan Republic 28 December 2012 №495 "Rules for the development, coordination, accounting statements, examination, modification, cancellation and enacting national standards, preliminary national standards, classifiers of technical and economic information, with the exception of military standards for goods (products), operations and services for military and dual-use items"

12. GOST R 1.16-2011. Standardization in the Russian Federation. Standards national preliminary. Rules for the development, approval, application and release.

13. Garin A. Standards work best when consumers help to develop them. <http://www.klubok.net/pageid588.html> (address data 29.09.2014).

14. Polyakova M.A., Rubin G.Sh. Modern trend of progress in standardization as a science // *Ferrous metals*. 2014. № 6. pp. 32-37.

15. Creation of metal ware qualimetry theory / G.Sh. Rubin, M.V. Chukin, G.S. Gun, I.G. Gun, D.M. Zakirov // *Ferrous metals*. 2012. № 7. pp. 15-21.

16. Creation of metal ware production qualimetry theory / G.S. Gun, M.V. Chukin, I.G. Gun, A.G. Korchunov, I.Yu. Mezin, G.Sh. Rubin, D.M. Zakirov // *Papers of IX Congress of roll manufactures*. Vol. 1. Cherepovets, 16-18 April, 2013. pp. 237-244.

17. Creation of qualimetry theory in metallurgical sector / G.Sh. Rubin, G.S. Gun, M.V. Chukin, I.G. Gun, A.G. Korchunov // XIV International Scientific conference "New technologies and achievements in metallurgy and material engineering". Collective monograph ed. by Henryk Dyja, Anna Kovalek. Series: monographs. № 31. Czestochova. 2013. pp. 51-55.

18. Metallurgy qualimetry theory design and development / G.S. Gun, G.Sh. Rubin, M.V. Chukin, I.G. Gun, I.Yu. Mezin, A.G. Korchunov // *Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University*. 2013. № 5. pp. 67-69.

19. Kolokoltsev V.M. Nosov Magnitogorsk State Technical University. History. Development. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2014, no. 1(45), pp. 5–6.

20. *Производство многофункциональных сплавов инварного класса с повышенными эксплуатационными свойствами*. / В.М. Колокольцев, М.В. Чукин, Е.М. Голубчик, Родионов Ю.Л., Бухвалов Н.Ю. // *Металлургические процессы и оборудование [Metallurgical processes and equipment]*, 2013, no. 3, pp. 47–52.

21. Kolokolcev V.M., Razinkina E.M., Gluhova A.Ju. *Подготовка квалифицированных кадров в условиях*

universitetskogo kompleksa. // *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]*, 2010, Т. 12, no 1-2, pp. 55-59.

22. Chukin M.V., Kolokolcev V.M., Gun G.S., Salganik V.M., Platov S.I. Nauchnaja dejatel'nost' gou vpo «mgtu» v uslovijah razvitija nanotehnologij. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta im. G.I. Nosova [Vestnik of*

Nosov Magnitogorsk State Technical University], 2008, no. 1, pp. 55-59.

23. Kolokolcev V.M. Pjat let ot attestacii do attestacii. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta im. G.I. Nosova [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]*, 2008, no. 1, pp. 5-11.

УДК 621.771

Гурьянов Г.Н., Смирнов С.В., Зуев Б.М.

ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ ДИСПЕРСИОННО-ТВЕРДЕЮЩЕГО СПЛАВА ЭП-543У НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРОВОЛОЧНЫХ ПРУЖИН

Аннотация. Совмещение деформационного наклёпа при волочении с последующей термической обработкой сплава в проволочных пружинах из высокопрочного дисперсионно - твердеющего сплава ЭП – 543У (ХН40МДТЮ) обеспечивает высокую стабильность геометрических параметров пружин. Качество винтовых проволочных пружин сжатия после динамического старения выше, чем после статического старения.

Ключевые слова: проволока, волочение, пружины, методы упрочнения, деформация, термическая обработка, прочность, пластичность, качество.

Упругие элементы во многих случаях определяют надёжность и долговечность службы сложных и ответственных устройств, приборов и машин в целом. Поэтому для повышения качества указанных изделий при усложнении условий их эксплуатации необходимо обеспечить повышенные требования, предъявляемые к упругим элементам по точности их рабочих характеристик, по надёжности и долговечности их службы в разнообразных условиях – при коррозионном воздействии химически активных сред, при высоких напряжениях, при повышенных и сверхнизких температурах, при действии магнитных полей и т.п. [1].

Важным показателем качества упругих элементов является высокая прочность их материалов. Наиболее эффективный способ повышения свойств пружинных сплавов – сочетание различных методов упрочнения. Из комплексных методов упрочнения следует выделить термомеханическую обработку, которая совмещает, по крайней мере, два механизма упрочнения -

за счёт фазовых (или внутрифазовых) превращений и деформационного наклёпа. Эта обработка эффективна для пружинных сплавов всех классов: однофазных твердых растворов, дисперсионно-твердеющих или закалённых на мартенсит [1-3].

Цель работы: показать эффективность применения комплексных методов упрочнения дисперсионно-твердеющего сплава ЭП-543У (ХН40МДТЮ), используемого для изготовления винтовых проволочных пружин сжатия.

Высокопрочный коррозионно-стойкий сплав на никелевой основе ЭП-543У разработан институтом ЦНИИЧМ [4, 5]. Сплав стойкий к коррозионному растрескиванию в растворах серной кислоты, в технологических растворах кислородных соединений хлора, в средах, содержащих сероводород и углекислый газ и имеет следующий химический состав в % по массе: С ≤ 0,04; Si, Mn ≤ 0,80; Cr = 14,0 - 17,0; Ni = 39,0 - 42,0; Ti = 2,5 - 3,2; Al = 0,7 - 1,2; Mo = 4,5 - 6,0; Cu = 2,7 - 3,3; S ≤ 0,020; P ≤ 0,035; Fe – остальное. Его ис-

пользуют для изготовления скважинного оборудования, которое эксплуатируется на месторождениях нефти и газа, содержащих в своем составе сероводород (Оренбуржье, Средняя Азия).

Проволочные пружины в скважинном оборудовании находятся длительное время в сжатом состоянии при повышенных температурах (до 200 °С). Поэтому в сплаве протекают процессы релаксации напряжений и ползучести. В результате пружины изменяют геометрические размеры и нагрузочные характеристики, что приводит к нарушению нормальной работы механизмов и устройств скважинного оборудования.

Потребитель пружин требует обеспечения не только их геометрических параметров (H_0 , H_3 , D_1 , D_0 , d , t и других размеров), но и нагрузочных характеристик (рис. 1).

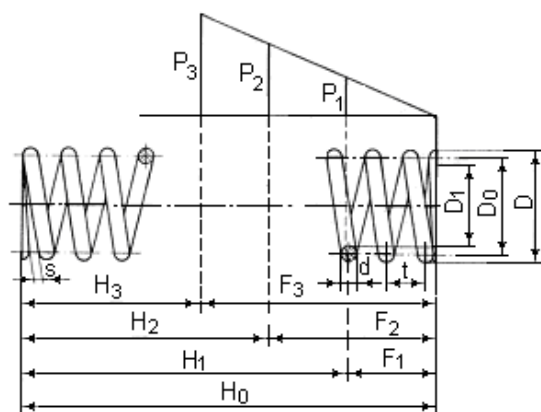


Рис. 1. Диаграмма винтовой цилиндрической пружины, работающей на сжатие: H_0 - свободная высота пружины; H_1 , H_2 , H_3 - высота пружины под нагрузками P_1 , P_2 , P_3 ; H_3 - высота при полном сжатии пружины; t - шаг пружины; s - зазор между крайними витками; D - наружный диаметр пружины; D_1 - внутренний диаметр пружины; F_1 , F_2 , F_3 - величина осадки пружины при нагрузке P_1 , P_2 , P_3 [2]

Например, в конструкторской документации Бакинского ОКБ Нефтемаш в комплексе КПП скважинного оборудова-

ния на винтовую пружину сжатия (чертёж КСП 015) из проволоки диаметром 5,0 мм по ТУ 14-1-3528-83 оговариваются прочностные свойства сплава ЭП-543У, её размеры и значения нагрузок: $P_1 = (2200 \pm 10)$ Н; $P_2 = (2850 \pm 10)$ Н; $P_3 = (3350 \pm 10)$ Н. Такие высокие требования должен обеспечить производитель коррозионностойких пружин для скважинного оборудования - Бакинский машиностроительный завод им. Ф. Дзержинского. Изготовили проволоку из сплава ЭП-543У с различной степенью деформации. Волочению подвергали заготовку, закаленную в воде с 1050 °С. Смазкой служил мыльный порошок с добавлением серы. Средняя степень деформации по сечению проволоки при волочении определяли по формуле [6]

$$\lambda = 2\sqrt{3}Ln(d_o / d) + \sum_{i=1}^n tg(\alpha_i),$$

где α_i - полуугол рабочего конуса i - й волюки (для волочения использовали волюки с полууглом рабочего конуса β^0).

На рис. 2 приведены зависимости временного сопротивления разрыву σ_b , предела текучести $\sigma_{0,2}$, относительного сужения ψ , числа гибов n_r и скручиваний $n_{скр}$ до разрушения проволоки от степени деформации.

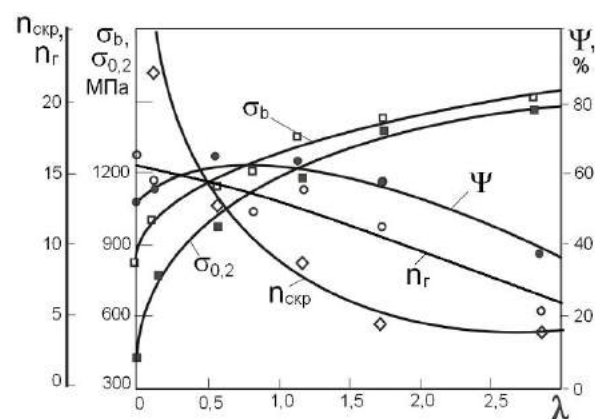


Рис. 2. Влияние степени деформации при холодном волочении на механические свойства проволоки из сплава ЭП-543У

Прочностные свойства (σ_b , $\sigma_{0,2}$) проволоки интенсивно повышаются, а число скручиваний существенно снижается в первых двух проходах маршрута волочения. После 4 – 6 проходов волочения ($\lambda > 2$) интенсивность упрочнения заметно снижается. Поэтому повышение прочности проволоки за счёт применения высоких степеней её деформации ($\lambda > 3$, величина технологической степени деформации Q более 80 %) не даёт положительного эффекта по причине малой пластичности сплава и повышенной частоты обрывов проволоки на последних проходах.

При этом снижается технологичность навивки пружин. А высокая степень наклёпа сплава отрицательно влияет на его сопротивление протеканию процессов релаксации напряжений и ползучести.

Для установления характера влияния старения на механические свойства сплава

образцы проволоки подвергали выдержке в течение 0,5 – 8 часов при температурах 200° – 800°С. На **рис. 3** представлены результаты исследования относительного сужения ψ и временного сопротивления разрыву σ_b от режимов старения.

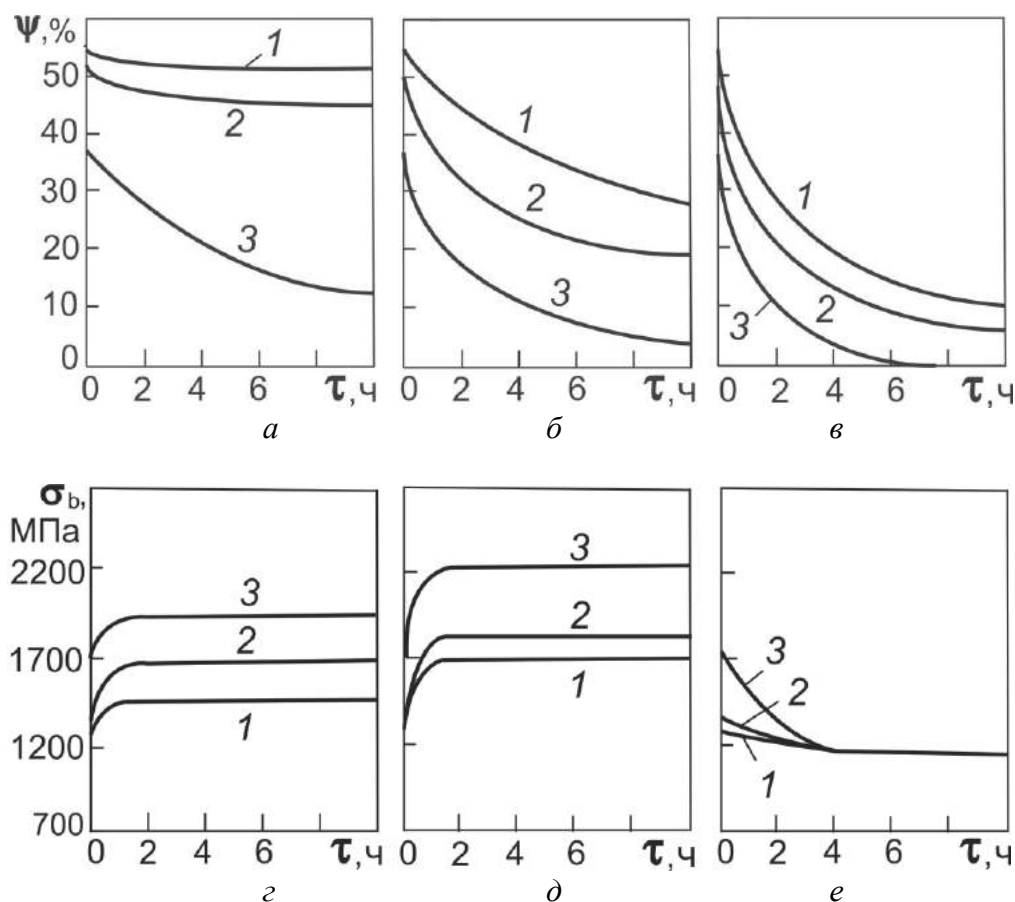


Рис. 3. Влияние степени деформации, температуры и продолжительности старения на относительное сужение (а – в) и временное сопротивление разрыву (z – e) проволоки из сплава ЭП - 543У: а, z - 450°С; б, д - 650°С; в, e - 800°С; 1 - $\lambda = 1,27$; 2 - $\lambda = 1,50$; 3 - $\lambda = 1,50$

Как видно, степень деформации существенно влияет на характер изменения механических свойств в процессе термической обработки. Увеличение степени деформации способствует усилению эффекта

старения. При старении холоднодеформированного сплава происходит упрочнение из-за выпадения в γ - твердом растворе γ' - фазы типа $\text{Ni}_3(\text{Ti}, \text{Al})$ [1, 4]. Прирост прочностных свойств незначительный при тем-

пературе старения 450 °С. При температуре старения 650 °С наблюдается более существенное повышение прочности с определённой потерей пластических свойств.

При высокой температуре 800 °С наблюдается перестаривание сплава, которое приводит к одновременной потере прочностных и пластических свойств проволоки.

В работе [4] было установлено, что разупрочнение сплава начинается примерно с 700 °С и с увеличением степени холод-

ной деформации проволоки температура максимального упрочнения сдвигается в область меньших температур.

При перестаривании сплава наблюдается существенное изменение структуры: выделения упрочняющей γ' - фазы в γ - твердом растворе объединяются в виде частиц неправильной формы (рис. 4, в), вследствие чего ухудшаются прочностные и пластические свойства сплава.

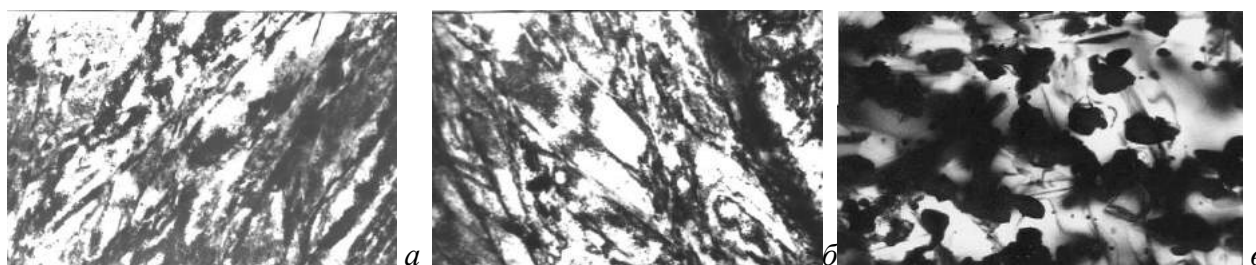


Рис. 4. Микроструктура холоддеформированной проволоки из сплава ЭП – 543У: метод тонких фольг, $\times 15000$; а - до старения; б - после старения при 600 °С, 6 ч; в - после старения при 800 °С, 6 ч

При более низких температурах отпуска (рис. 4, б), когда сплав находится в недостаренном состоянии, упрочняющая фаза мелкодисперсная и его структура существенно не отличается от структуры холоддеформированной проволоки.

Для изготовления пружин использовали холодотянутую проволоку диамет-

ром 1,01мм; 1,35мм; 1,50мм, протянутую из заготовки диаметром 2,0 мм. Средние величины (из пяти испытаний) показателей механических свойств проволоки приведены в табл. 1, где также дана величина технологической степени деформации Q.

Таблица 1

Механические свойства проволоки из сплава ЭП – 543У с различной степенью деформации

Диаметр, мм	Величина деформации λ (Q, %)	Временное сопротивление разрыву σ_b (Н/мм ²)	Число гибов до разрушения	Число скручиваний до разрушения
1,01	2,65 (75)	1550	7	3
1,35	1,50 (55)	1400	17	4
1,50	1,27 (45)	1320	13	5

Пружины навивали на токарном станке. При этом обеспечивали их геометрическое подобие. Они имели следующее соотношение размеров: $D_1 = 15d$; $t = 6d$ (см. рис. 1). Средняя величина угла подъема α_v витков составила 9°. Высоту пружин H_0 выбирали из расчета получения 10-

ти полных витков. Крайние витки пружин перед испытанием подгибали так, чтобы концевые витки были перпендикулярны оси пружин.

Средняя величина усилия P, необходимая для полного сжатия пружин из проволоки диаметром 1,01 мм составила 11,8

Н ($n = 22$; $S^2 = 0,01$ - дисперсия), для пружин из проволоки 1,35 мм – 25,0 Н ($n = 10$; $S^2 = 0,04$), а для пружин из проволоки 1,5 мм – 26,2 Н ($n = 13$; $S^2 = 0,03$).

Под действием приложенной осевой силы сжатия P в сечении проволоки пружины возникает суммарное касательное напряжение [2]:

$$\tau = \frac{P \cdot D_0}{0,4d^3} + \frac{4P}{\pi d^2}, \quad (1)$$

где d - диаметр проволоки, D_0 - средний диаметр пружины.

Определили напряжение в сечении проволоки при полном сжатии пружин по формуле (1). Для пружин из проволоки диаметром 1,01 мм величина $\tau = 485$ Н/мм², для пружин из проволоки 1,35 мм – $\tau = 495$ Н/мм², а из проволоки диаметром 1,5 мм - $\tau = 480$ Н/мм². Таким образом, геометрическое подобие пружин обеспечило приблизительное равенство касательных напряжений в материале проволоки.

Пружины обрабатывали по трем вариантам: а) после навивки из холоднотянутой проволоки пружины не подвергались термической обработке; б) после навивки проводили старение пружин в свободном состоянии (статическое старение) и в) проводили старение в сжатом состоянии (динамическое старение). Оба режима старения осуществляли при температуре 450°С в течение 30 минут. Величина осадки пружин при динамическом старении составила 20 %.

После изготовления пружин измеряли их исходную высоту h_0 штангенциркулем с точностью 0,1 мм и оценивали стабильность их геометрических параметров. Для этого пружины осаживали до соприкосновения витков и выдерживали при температуре 200°С. Для испытания были взяты по пять пружин каждого режима обработки.

После определенной продолжительности заневоливания пружины разгружали и измеряли высоту в свободном состоянии h_1 . Величину остаточной осадки пружин, полученной в результате проведения операции заневоливания, рассчитывали по формуле:

$$\Delta h = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot 100\%,$$

где h_1 - высота пружины после заневоливания при температуре 200°С.

На рис. 5 приведены зависимости остаточной осадки пружин от продолжительности заневоливания. Пружины из холоднотянутой проволоки без дальнейшей термической обработки получили значительную остаточную осадку. Старение в свободном и напряженном состоянии сплава снижает отрицательное влияние степени деформации на стабильность геометрических параметров пружин. Причем после динамического старения наблюдается более высокая стабильность размеров пружин, что можно объяснить повышением упругих свойств сплава за счет дисперсионного твердения в условиях воздействия внутренних напряжений.

Следует отметить, что динамическое старение оказывает положительное влияние на качество пружин при их изготовлении из закаленного сплава, когда отсутствует деформационный наклеп [7]. Серийное производство пружинной проволоки из сплава ЭП-543У (ХН40МДТЮ) освоено на Белорецком металлургическом комбинате с привлечением специалистов ВНИИметиз (г. Магнитогорск) и ЦНИИЧМ (г. Москва). Оренбургскому газоперерабатывающему заводу была поставлена партия термообработанных пружин в количестве 5 тысяч штук. Замечаний по качеству пружин не было.

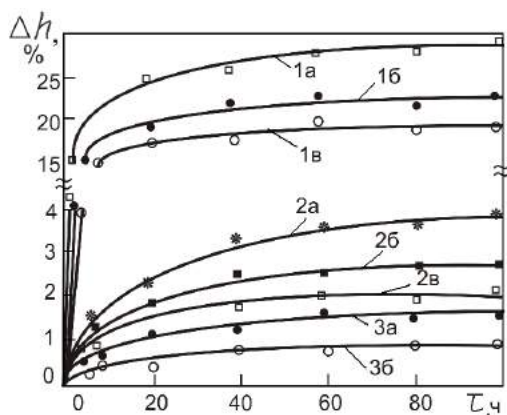


Рис. 5. Зависимость остаточной осадки пружин Δh при температуре 200°C от продолжительности заневоливания: 1 - пружины из холоднотянутой проволоки; 2 - пружины после статического старения; 3 - после динамического старения при осадке на 20%; а - $\lambda = 2,65$; б - $\lambda = 1,50$; в - $\lambda = 1,27$

Выводы. Результаты исследования показали необходимость проведения термической обработки (старения) пружин из холоднотянутой проволоки. При старении повышается прочность и снижаются пластические свойства сплава. Температура обработки должна быть ниже 700°C , так как сплав заметно разупрочняется и имеет низкие пластические свойства при высоких температурах старения. Качество пружин выше после динамического старения. Такую обработку целесообразно проводить при производстве пружин с высокой стабильностью геометрических параметров и нагрузочных характеристик.

Список литературы

1. Рахштадт А.Г. Пружинные стали и сплавы. - М.: Metallurgija, 1982. 400 с.
2. Батанов М.В., Петров Н.В. Пружины. - М.: Mashinostroenie, 1968. 216 с.
3. Пастухова Ж.П., Рахштадт А.Г., Каплун Ю.А. Динамическое старение сплавов. - М: Metallurgija, 1985. 223 с.
4. Разработка высококоррозионно-стойкого сплава повышенной прочности / А.П. Гуляев, Е. В.Зотова, М.Ю. Устименко и др. // Изв. АН СССР. Металлы. 1966 - № 5,- С.102 - 106.
5. Коррозионно-стойкие стали и сплавы. Ульянов Е.А. Справочник. - М.: Metallurgija, 1980. 280 с.
6. Механика обработки металлов давлением. Учебник для вузов. Колмогоров В. Л. М.: Metallurgija, 1986. 688 с.
7. А.С. 1494995 СССР, МКИ В21F 35/00. Способ изготовления пружин из дисперсионно-твердеющих сплавов / Г.Н. Гурьянов, М.С. Ахадов, Х.Ю. Ахмедов и др. - Оpubл. 1989.- Бюл. № 27.

References

1. Rahshtadt A.G. *Pruzhinnye stali i splavy*. - M.: Metallurgija, 1982. 400 p.
2. Batanov M.V., Petrov N.V. *Pruzhiny*. - M.: Mashinostroenie, 1968. 216p.
3. Pastuhova Zh.P., Rahshtadt A.G., Kaplun Ju.A. *Dinamicheskoe starenie splavov*. - M: Metallurgija, 1985. 223 с.
4. *Razrabotka vysokokorrozionno-stojkogo splava povyshennoj prochnosti* / A.P. Guljaev, E. V.Zotova, M.Ju. Ustimenko i dr. // Izv. AN SSSR. Metally. 1966 – no. 5,- pp. 102 - 106.
5. *Korrozionno-stojkie stali i splavy*. Ul'janin E.A. Spravochnik. - M.: Metallurgija, 1980. 280 h.
6. *Mehanika obrabotki metallov davleniem*. Uchebnik dlja vuzov. Kolmogorov V. L. M.: Metallurgija, 1986. 688 p.
7. A.S. 1494995 SSSR, MКИ V21F 35/00. *Sposob izgotovlenija pruzhin iz disperzionno-тверdejushhih splavov* / G.N. Gurjanov, M.S. Ahadov, H.Ju. Ahmedov i dr. - Opubl. 1989.- Bjul. no. 27.

УДК 621.778.011

Железков О.С., Мухаметзянов И.Ш., Малаканов С.А.

ВЛИЯНИЕ СХЕМЫ И РЕЖИМОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ПРОВОЛОКИ ТРАПЕЦИЕВИДНОГО СЕЧЕНИЯ

Аннотация. Используя метод конечных элементов, выполнено компьютерное моделирование процессов волочения трапециевидной проволоки по ГОСТ 11850-72. Смоделировано три варианта технологии: волочение с использованием монолитной проволоки, четырехроликовой проволоки и двух двухроликовых волок. Диаметр исходной заготовки круглого сечения варьировался в диапазоне 12÷14 мм. Лучшее заполнение углов профиля имеет место при использовании двух двухроликовых волок.

Ключевые слова: Пружинные шайбы, проволока трапециевидного профиля, монолитная проволока, четырехроликовая проволока, две двухроликовые проволоки, метод конечных элементов, радиусы скругления углов профиля.

Проволока трапециевидного профиля (ГОСТ 11850-72) из сталей марок 40С2А, 65Г используется для изготовления путевых пружинных шайб по ГОСТ 19115-91, которые широко применяются в конструкции верхнего строения железнодорожного пути для крепления рельсов к железобетонным шпалам.

На рис. 1 представлено поперечное сечение трапециевидного профиля и основные размеры. В ГОСТ 11850-72 регламентированы параметры, которые существенно влияют на процесс навивки пружинных шайб и их качество.

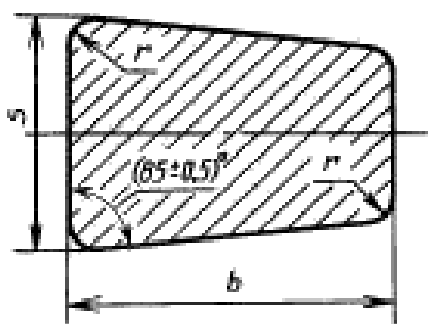


Рис. 1. Поперечное сечение трапециевидной проволоки по ГОСТ 11850-72

В частности, для профиля № 10, применяемого при изготовлении путевых

пружинных шайб, радиусы r скругления углов не должны превышать 1,5 мм, а механические свойства трапециевидной проволоки составлять: временное сопротивление

$\sigma_B = 590 \div 780$ МПа; относительное удлинение δ не менее 15%.

На качество проволоки по геометрическим параметрам и механическим свойствам влияют такие факторы, как диаметр исходной заготовки, коэффициент трения между заготовкой и инструментом, схема напряженно – деформированного состояния, чистота поверхности исходной заготовки и др.

Изготовление проволоки осуществляется с использованием процессов волочения [1].

При изготовлении проволоки трапециевидного профиля наиболее широко используются технологии, включающие волочение в монолитных проволоках (ОАО «Северстальметиз», г. Череповец) и волочение в четырехроликовых проволоках (ОАО «ММК-МЕТИЗ»).

На рис. 2 представлены конструкции применяемого в этих технологиях волочильного инструмента.

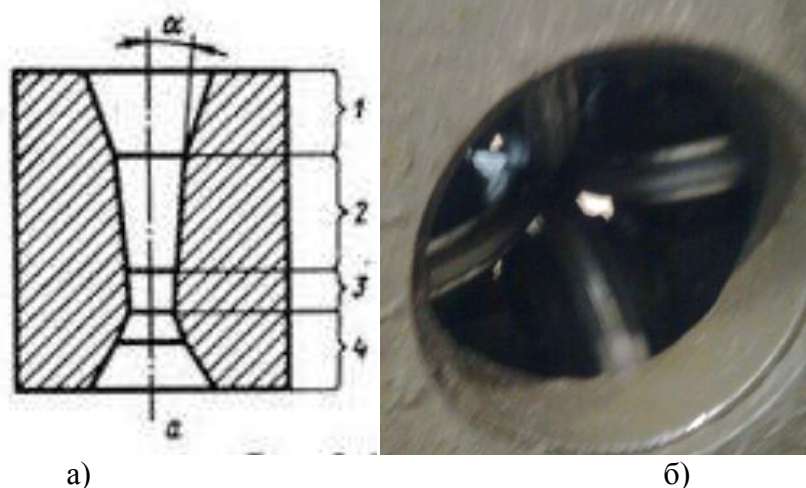


Рис. 2. Волоочильный инструмент для формирования трапециевидного профиля: а) монолитная волока; б) четырехроликовая волока

Процесс волочения в монолитной волоке связан с повышенными энергосиловыми затратами, так как для обеспечения качественного формирования углов профиля приходится преодолевать значительные силы трения и использовать завышенный диаметр исходной заготовки. В свою очередь использование завышенного диаметра исходной проволоки приводит к неравномерности деформации по сечению и снижению пластических свойств получаемой проволоки трапециевидного сечения, что отрицательно сказывается на процессе навивки и качестве изготовленных шайб.

Применение четырехроликовых волок вместо монолитных обеспечивает снижение технологических усилий волочения за счет снижения сил контактного трения между деформируемым металлом и инструментом. Однако, использование четырехроликовых волок связано со сложностью их настройки. Кроме того, сравни-

тельно низкая жесткость конструкции четырехроликовой волоки является причиной нестабильности геометрических размеров сформированной проволоки по длине, в том числе, неполного заполнения металлом углов профиля.

На основании проведенных исследований разработана новая технология изготовления проволоки трапециевидного сечения, которая включает волочение с использованием двух двухроликовых волок (рис. 3).

Процесс включает следующие операции:

1. В первой паре роликов с гладкими рабочими поверхностями из исходной заготовки круглого сечения формируют сечение овальной формы (плющение);

2. Во второй паре роликов, один из которых гладкий, а другой выполнен с канавками в форме трапециевидного сечения проволоки, окончательно формируют профиль.

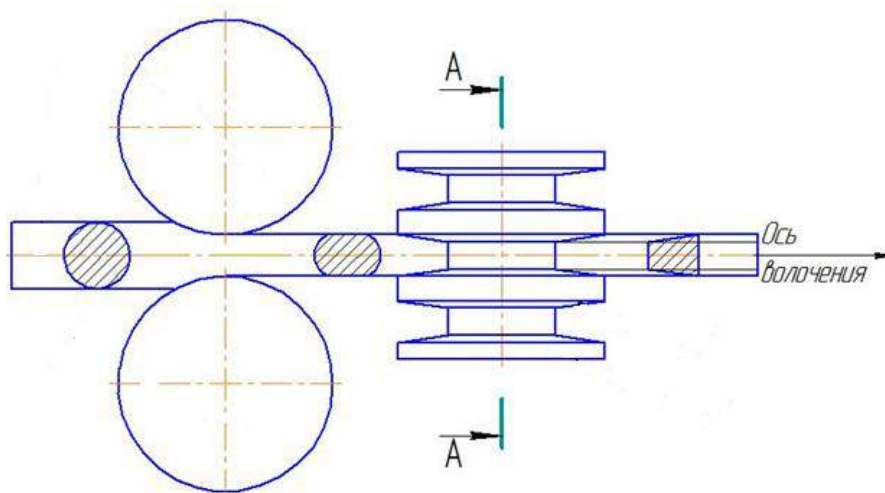


Рис. 3. Схема процесса волочения в двух двухроликовых волоках

Используя программный комплекс «DEFORM-3D», который базируется на методе конечных элементов [2], выполнено компьютерное моделирование процессов волочения трапецевидной проволоки по ГОСТ 11850-72. При этом моделировали три варианта технологии: волочение с использованием монолитной волоки, в четырехроликовой волоки и двух двухроликовых волок. При этом варьировался диаметр исходной заготовки круглого сечения в диапазоне 12÷14 мм.

При моделировании использовали следующие допущения: материал заготовки изотропный, пластический; процесс является изотермическим; заготовка не имеет внутренних и внешних дефектов; условие пластичности по Губеру-Мизесу; силы внешнего трения учитываются применением закона трения Амонтона - Кулона; эволюция микроструктуры не учитывается; все объекты, кроме заготовки, несжимаемые (абсолютно жесткие). Реологические свойства стали марки 65Г задавались по данным, изложенным в работе [3].

На основании выполненных расчетов получена информация об энергосиловых параметрах процесса волочения, напря-

женно-деформированном состоянии в очаге деформации и геометрических параметрах получаемой проволоки.

На **рис. 4** представлен график изменения усилия волочения (P) трапецевидной проволоки в зависимости от диаметра исходной заготовки (d) при волочении по трем исследуемым технологиям.

В табл. 1 представлены радиусы скругления углов профиля при волочении в монолитной волоке, в четырехроликовой волоке и двух двухроликовых волоках со смещенными по оси волочения парами роликов.

Анализ результатов компьютерного моделирования показал, что лучшее заполнение углов профиля имеет место при использовании двух двухроликовых волок со смещенными по оси волочения парами роликов.

На основании полученных результатов подана заявка на полезную модель «Устройство для волочения проволоки трапецевидного профиля», по которой получено решение о выдаче патента.

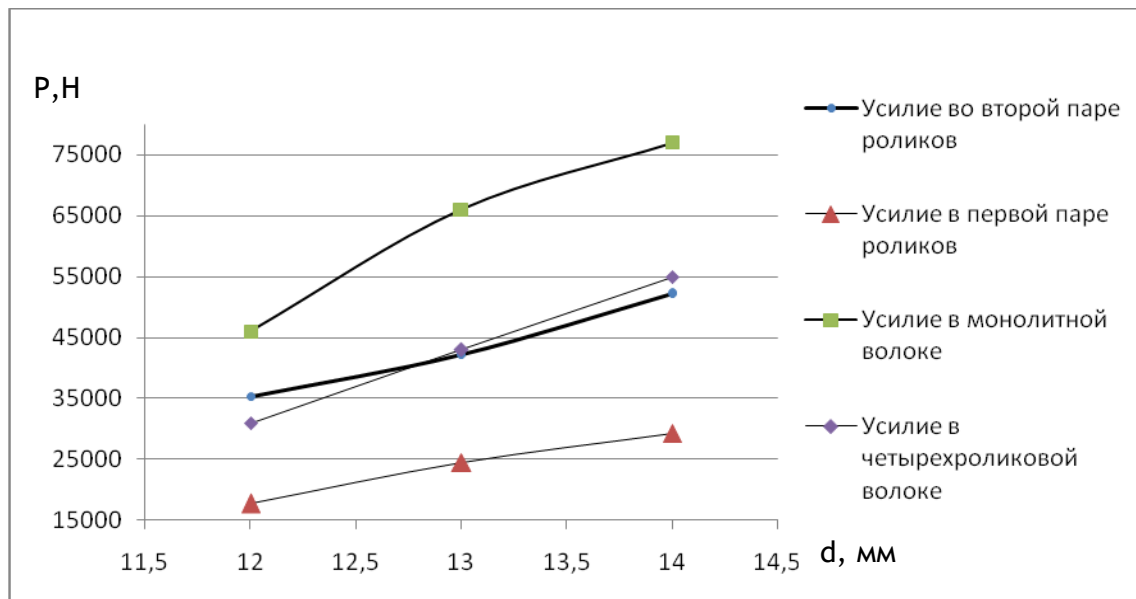


Рис. 4. Зависимость усилия (P) волочения проволоки трапецевидного сечения от ее диаметра (d) исходной проволоки при различных схемах деформирования

Таблица 1

Радиусы скругления углов проволоки после волочения

<i>Требования ГОСТ 11850-72</i>	<i>Монолитная волока</i>	<i>Четырехроликовая волока</i>	<i>Две двухроликовые волоки</i>
Не более 1,5 мм	1,33-1,69 мм	1,73-2,28 мм	1,27-1,48 мм

Список литературы

1. Перлин И.Л., Ерманок М.З. Теория волочения. М.: Металлургия, 1971.- 447 с.
2. Галлагер Р. Метод конечных элементов.: Пер. с англ.-М.: Мир, 1984.- 428 с.
3. Кроха В. А. Упрочнение металлов при холодной пластической деформации. Справочник.- М.: Машиностроение, 1980.- 157 с.

References

1. Perlin I.L., Ermanok M.Z. Theory drawing. M.: Metallurgy, 1971.-447 p.
2. Gallagher R. The Finite Element Method.: Trans. with angl.- M.: Mir, 1984.- 428 p.
3. Croha V.A. Metal hardening by cold plastic deformation. Spravochnik.- M.: Mechanical Engineering, 1980.- 157 p.

УДК 621.778.8

Морозов Н.П., Железков О.С., Малаканов С.А.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА КЛЕММНЫХ БОЛТОВ ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБРЕЗКИ ГРАНЕЙ ГОЛОВКИ

Аннотация. В работе рассмотрены этапы процесса обрезки граней головок клеммных болтов. Отмечено низкое качество изделий из-за образования сколов и заусенцев на гранях и опорной поверхности в связи с отсутствием полного контакта сферической поверхности заготовки с обрезной матрицей. Предложены рациональный режим технологии и конструктивное исполнение инструмента, которые исключают образование сколов и заусенцев на опорной поверхности головки.

Ключевые слова: клеммные болты, обрезка, обрезная матрица, качество головок болтов

В современных конструкциях верхнего строения железнодорожного пути для крепления рельсов к железобетонным шпалам используются клеммные болты по ГОСТ 16016-79 [1] и ОСТ 32.161-2000. На **рис. 1** представлена конструкция клеммного болта по ОСТ 32.161-2000.

В условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» клеммные болты изготавливаются холодной штамповкой на многопозиционных автоматах-комбайнах [2,3] QRVA-161, КА-64, КА-74, ВР-480.

Применяемый технологический процесс изготовления клеммных болтов включает следующие операции:

- отрезка заготовки;
- предварительная высадка конической головки;
- окончательная высадка головки в виде примыкающего к стержню шарового сегмента (радиус $R \approx 30$ мм) и торцевого цилиндрического участка с диаметром ≈ 47 мм;
- редуцирование участка стержня под накатку резьбы;
- обрезка двух параллельных граней головки с опиранием сферической поверхности головки на матрицу;
- накатка резьбы.

Недостатки применяемой технологии:

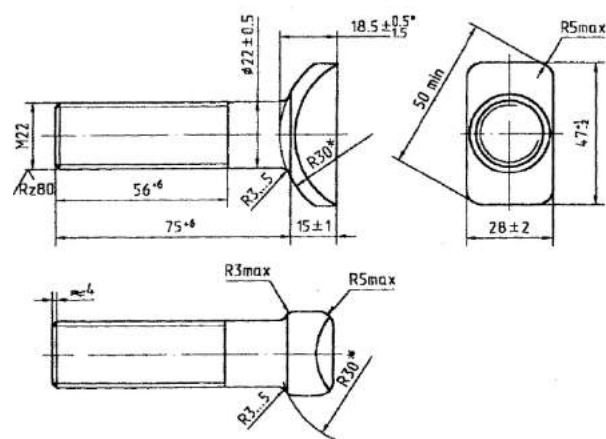


Рис. 1. Болт клеммный по ОСТ 32.161-2000

1. Низкое качество изделий из-за образования сколов и заусенцев на гранях и опорной поверхности в связи с отсутствием полного контакта сферической поверхности заготовки с матрицей (**рис.2**).



Рис.2. Головка клеммного болта, сформированная по старой технологии

2. Низкая стойкость выталкивателя четвертого перехода в связи со значительными усилиями, действующими на него в процессе удаления заготовки из матрицы, так как на окончательном этапе обрезки головки при проталкивании заготовки через отверстие пуансона срезаемая площадь имеет значительную величину.

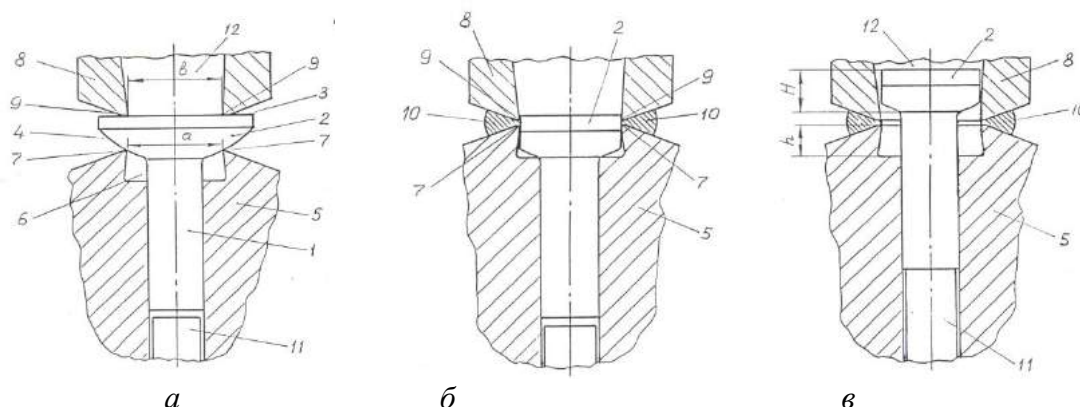


Рис.3. Положение инструмента и заготовки на отдельных этапах процесса обрезки граней: а - начальный момент процесса врезания головки в матрицу; б – положение заготовки и инструмента в конечный момент врезания пуансона и матрицы в головку; в – дорезание головки с отделением срезаемого металла и проталкиванием изделия через отверстие пуансона.

На **рис.3,а** показана заготовка болта и положение обрезного инструмента в начальный момент процесса врезания головки в матрицу; на **рис.3,б** – положение заготовки и инструмента в конечный момент врезания пуансона и матрицы в головку; а на **рис.3,в** – дорезание головки с отделением срезаемого металла и проталкиванием изделия через отверстие пуансона.

Процесс обрезки граней головок клеммного болта осуществляется следующим образом. Заготовку, представляющую собой стержень 1 с головкой 2, которая имеет плоский торец 3 и сферическую опорную поверхность 4, стержневым участком 1 устанавливают в отверстие матрицы 5, которая на рабочем торце имеет углубление 6 под головку с режущими кромками 7 (**рис. 3,а**). На начальном этапе обрезки при движении пуансона 8 в сторону заготовки происходит внедрение головки 2 в отверстие 6 матрицы 5. При дальнейшем движении пуансона 8 происходит одновременное внедрение режущих кромок 7 матрицы 5 и режущих кромок 9 пуансона 8

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований предложено усовершенствовать технологию изготовления клеммных болтов.

Сущность предложенного усовершенствования представлена на **рис. 3**.

в головку 2. В крайнем положении пуансона 8 срезаемый металл 10 зажимают между торцевыми поверхностями матрицы 5 и пуансона 8 (**рис. 3,б**). На конечном этапе обрезки головки в работу вступает выталкиватель 11, который проталкивает изделие через отверстие 12 пуансона 8. При этом срезаемый металл 10 отделяется от головки 2, причем поверхности, обрезанные режущими кромками 7 матрицы 5, с режущими кромками 9 пуансона 8 не контактируют (**рис.3,в**). За весь процесс обрезки граней часть опорной поверхности 4 головки 2, примыкающая к стержню 1 и находящаяся внутри режущих кромок обрезного инструмента, с матрицей 5 не контактирует, что исключает искажение опорной поверхности.

Внедрение головки в матрицу на начальном этапе обрезки без контактирования опорной поверхности головки, примыкающей к стержню, с матрицей и зажим срезаемого металла между торцевыми поверхностями матрицы и пуансона исключают образование сколов и заусенцев на

опорной поверхности головки, что повышает качество изделий. Площадь срезаемого на окончательном этапе обрезки металла головки сравнительно мала, что снижает усилия, действующие на выталкиватель, и повышает его стойкость.

Рациональные режимы технологии и конструктивное исполнение инструмента установлены по результатам промышленных экспериментов. Промышленное опробование осуществлялось на четырехпозиционных автоматах-комбайнах QPBA-161 и КА-64 (фирма «Malmedi», Германия). На первых трех переходах формировался стержень и штамповалась головка болта, которая представляла собой сферический сегмент с цилиндрическим торцевым участком. У головки радиус сферической опорной поверхности составлял 30 мм, высота – 15 мм, диаметр торцевого участка – 47 мм. На четвертом переходе осуществлялась обрезка двух параллельных граней головки. При этом заготовка стержневой частью устанавливалась в отверстие матрицы, у которой имелось углубление под головку с режущими кромками. При движении пуансона в сторону заготовки вначале головка внедрялась в отверстие матрицы, после чего происходило одновременное врезание режущих кромок матрицы и пуансона в головку заготовки с зажимом срезаемого металла между торцевыми поверхностями матрицы и пуансона. Затем выталкиватель проталкивал изделие через отверстие в пуансоне, отделяя срезаемый металл от головки. На **рис.4** представлена фотография головки обрезанной по разработанной технологии.

В ходе промышленных экспериментов установлено следующее:

1. У головки клеммного болта, изготовленного по разработанной технологии, на опорной сферической поверхности от-

сутствуют сколы и заусенцы, что повышает качество изделий.

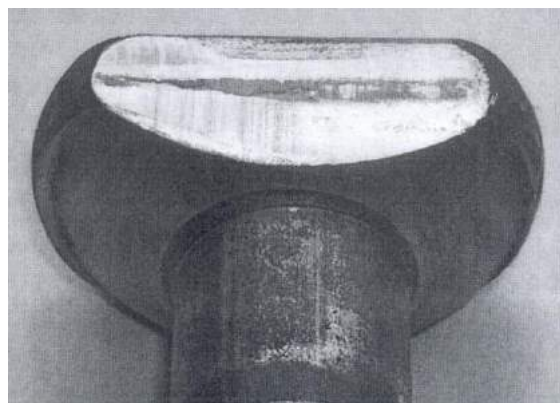


Рис.4. Головка клеммного болта, обрезанная по разработанной технологии

2. Стойкость выталкивателей четвертого перехода повышается на 15÷20 %.

Список литературы

1. ГОСТ 16016-79. Болты клеммные для рельсовых креплений железнодорожного пути. Конструкция и размеры. Технические требования. – Взамен ГОСТ 16016-70; Введ. 01.10.1996 с изм. 1. – Москва: Изд-во стандартов, 1996. – 5 с.
2. Навроцкий, Г.А. Технология холодной объемной штамповки на автоматах. / Г.А. Навроцкий, Ю.А. Миропольский, В.В. Лебедев. - М.: Машиностроение, 1972. - 498 с.
3. Семенов, Е.И. Ковка и объемная штамповка: Справочник в 4-х т./ Е.И. Семенов. - М.: Машиностроение, 1987. - 384 с. – 2 т.

References

1. GOST 16016-79. Terminal screws for rail fasteners railroad tracks. The design and dimensions. Technical requirements [Text]. - Instead of GOST 16016-70; Introd. 01.10.1996. - Moscow: Publishing house of standards, 1996. - 5 p.
2. Navrotsky, G. A. Technology cold massive forming machines. / G.A. Navrotsky, J. A. Miropolsky, V.V. Lebedev. - M.: Mashinostroenie, 1972. - 498 p.
3. Semenov, E. I. Forging and die forging: the Reference in 4 T./ E.I. Semenov. - M.: Mashinostroenie, 1987. - 384 p. - 2t.

УДК 621.771.016.3

Лимарев А.С., Маркварт Т.Ю.

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО ЛИСТА

Аннотация. В статье проанализировано влияние показателей качества поверхности автомобильного листа на состояние его покрытия, выявлены основные параметры, определяющие адгезионные свойства металла, а также предложены мероприятия по обеспечению заданной шероховатости при производстве автомобильной листовой стали.

Ключевые слова: автомобильная листовая сталь, шероховатость, качество поверхности

Холоднокатаная листовая сталь является одним из наиболее востребованных видов проката на современном рынке металлопродукции. Данный вид продукции используется во многих отраслях хозяйственной деятельности, таких как машиностроение, строительство, автомобилестроение.

Высокие требования потребителей к качеству готовой продукции обуславливают необходимость поддержания на высоком уровне нормируемых показателей холоднокатаного листа. В последнее время особое значение приобретают показатели качества, характеризующие состояние поверхности и коррозионную стойкость. Именно от них в значительной степени зависит внешний вид готового изделия и, как следствие, востребованность на мировом рынке металлопродукции.

Для защиты металла от коррозии и эстетической привлекательности наносится покрытие, качество которого во многом определяется состоянием поверхности холоднокатаного автолиста. Поверхностные дефекты могут оказаться очагом разрушения металла в процессе штамповки или причиной неудовлетворительного вида покрытой декоративным слоем поверхности изделия [1].

Такие дефекты затрудняют возможность использования металла в промышленности, а также снижают адгезионные свойства, влияющие на качество наносимого покрытия.

Существенное влияние на адгезионные свойства автолиста оказывают такие дефекты: «загрязнение поверхности», «пятна ржавчины», «вкатанная окалина», «пригар эмульсии» и т.п. (рис. 1).

Внешний вид и прочностные характеристики покрытий определяются отделкой поверхности, оцениваемой различными параметрами, среди которых наиболее важное место занимают параметры шероховатости. Это обусловлено тем, что микротопография поверхности определяет качество штамповки, поэтому к ней предъявляются довольно жесткие требования производителями кузовов автомобилей.

С целью обеспечения высокого качества поверхности металла необходимо применять наиболее совершенные методы контроля качества поверхности. При контроле качества листовой стали устанавливается соответствие показателей качества продукции требованиям нормативных документов, регистрируются и анализируются данные производства с целью оптимизации всех технологических режимов.

Влияние шероховатости на качество автомобильного листа неоднозначно. Снижение ее к минимуму, т.е. приближение к зеркальной поверхности, позволяет достичь максимального блеска окрашиваемых деталей кузова автомобиля, что важно для потребителя.

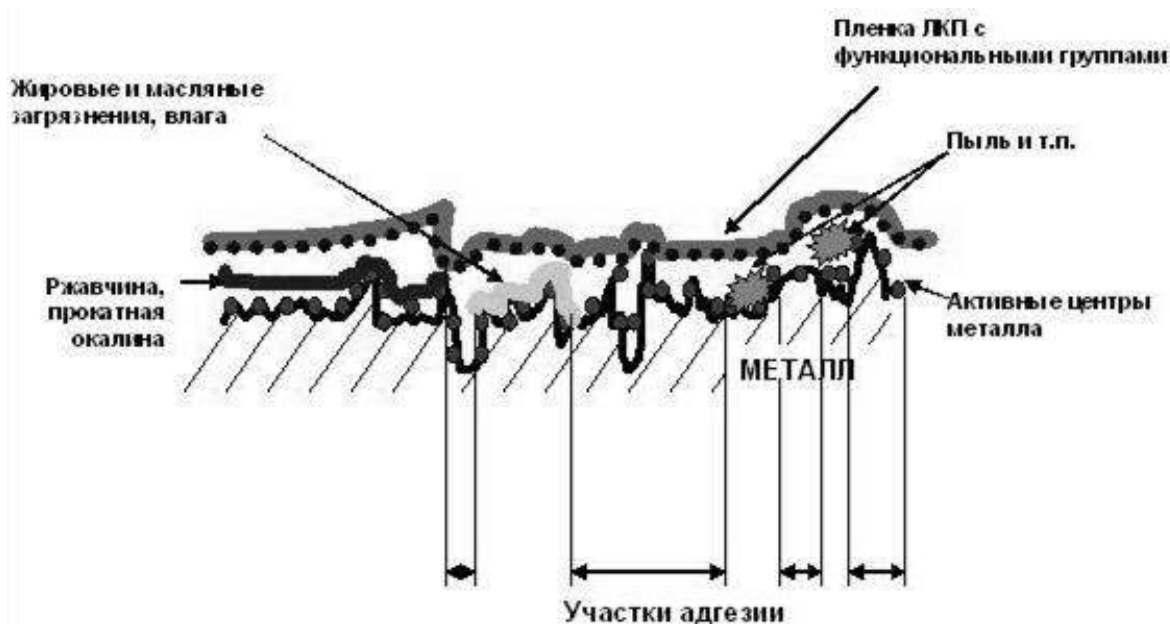


Рис. 1. Схема влияния загрязнений поверхности на адгезионные свойства металла

В то же время чрезмерно гладкая поверхность нежелательна, поскольку развитый микрорельеф улучшает адгезию покрытия к металлу. Высокая шероховатость из-за необходимости укрытия выступающих пиков приводит к увеличению количества наносимого материала [2]. Наличие непокрытых микровыступов исходной поверхности металла приводит к возникновению коррозии и снижению эффективности защитных свойств покрытия.

Помимо обеспечения высоких адгезионных свойств шероховатость оказывает влияние на механические свойства и штампуемость металла. Увеличение шероховатости поверхности вызывает ухудшение механических свойств дроссированной листовой стали. Для повышения штампуемости листовой стали при одновременном обеспечении высокой чистоты поверхности готовых изделий целесообразно использовать листы с различной шероховатостью сторон.

Это обусловлено тем, что листовая сталь с разношероховатой поверхностью сторон обладает лучшей штампуемостью, по сравнению с металлом, у которого шероховатость поверхности обеих сторон одинаковая [3].

Шероховатость поверхности регламентируется в жестких границах, поэтому для обеспечения высокого качества поверхности на производстве необходимо применять технологии, позволяющие достичь оптимальных значений шероховатости металла.

Анализ технологии производства холоднокатаного листа в ЛПЦ-5 ОАО «ММК» показал, что в целом на предприятии обеспечиваются требования автопроизводителей к микрогеометрии поверхности. Тем не менее, в 2012 г. наибольшее количество претензий было получено от автозавода ОАО «АВТОВАЗ» по коррозии и несоответствию значений шероховатости нормируемого диапазона (рис. 2) [4]. Причиной забракованного металла по шероховатости поверхности стало несоответствие диапазону, который требует потребитель, а именно завышенные значения.

В целом на основе представленных данных можно сделать вывод, что при производстве исследуемой продукции проблема получения оптимальных значений шероховатости поверхности существует и является актуальной.

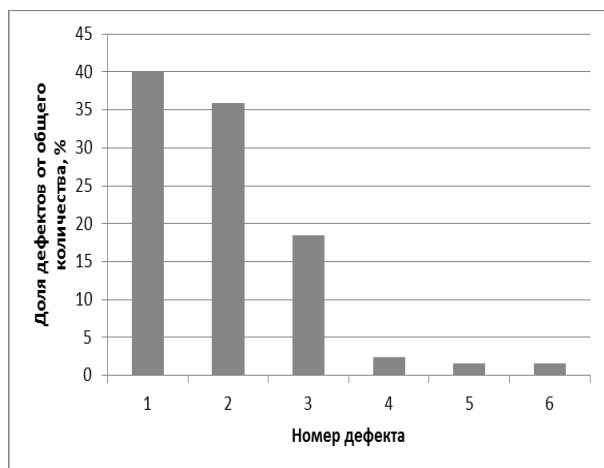


Рис. 2. Процентное распределение дефектов автомобильного листа:
1- коррозия; 2 – шероховатость;
3 – отпечатки; 4- продиры;
5 – полосы-линии скольжения;
6 – излом

Кроме того, все больше требований потребителей предъявляется к качеству поверхности автомобильного листа, а именно наличию защитных покрытий. Поэтому решение данной проблемы является важнейшей предпосылкой для долговечной коррозионной защиты автомобильного листа слоем покрытия, а также соблюдения заданных механических свойств и штампуемости.

Среди мероприятий, позволяющих достичь оптимальных значений шероховатости холоднокатаного автомобильного листа, можно выделить следующие [5]:

- совершенствование способов подготовки поверхности рабочих валков для прокатки и дрессировки;
- повышение стойкости рабочих валков за счет увеличения твердости их рабочего слоя;
- совершенствование технологических процессов, осуществляемых при производстве холоднокатаного листа;
- совершенствование методов контроля шероховатости в условиях непрерывного производства;
- разработка методов математического моделирования для прогнозирования и

получения заданных параметров шероховатости.

При производстве автомобильного листа в условиях ЛПЦ №5 ОАО «ММК» используется ручной контактный метод определения шероховатости. Использование этого способа не позволяет измерять шероховатость поверхности в процессе производства, что существенно снижает эффективность данного контроля. В связи с этим целесообразно применение приборов, имеющих возможность осуществлять контроль качества листа в процессе производства. Устройство для измерения шероховатости в потоке по сравнению с традиционно используемым ручным методом позволяет значительно сократить продолжительность производственного процесса, что повышает производительность оборудования. Бесконтактный способ контроля осуществляется без прерывания технологического процесса и исключает снижение уровня качества продукции, вызванного вынужденной остановкой работы оборудования. Большое число измеренных значений шероховатости по всей длине полосы существенно повышает статистическую надежность процесса измерения.

В настоящее время требования зарубежных и отечественных предприятий автомобилестроения к микро топографии поверхности значительно ужесточились, поэтому при производстве автомобильного листа целесообразно использовать поточные оптические приборы контроля. Это приобретает особое значение, поскольку для получения высококачественного автолиста устанавливают все более жесткие условия применения процесса измерения по всей длине полосы в режиме реального времени. Следует также отметить, что непрерывное измерение шероховатости по всей длине полосы в рулоне с последующим сохранением параметров качества в базе данных становится обязательным условием автопроизводителей.

Проведенный анализ показал, что среди существующих приборов более эффективно показывает себя оптическая сис-

темы SORM 3plus компании EMG [6], которая устанавливается на дрессировочных станах и функционирует в режиме реального времени. Данная установка позволяет производить бесконтактный контроль шероховатости поверхности и числа пиков

в условиях непрерывного производства, вычисляет определенные стандартом параметры шероховатости, а также легко интегрируются в действующую автоматизированную систему управления станом (рис.3).

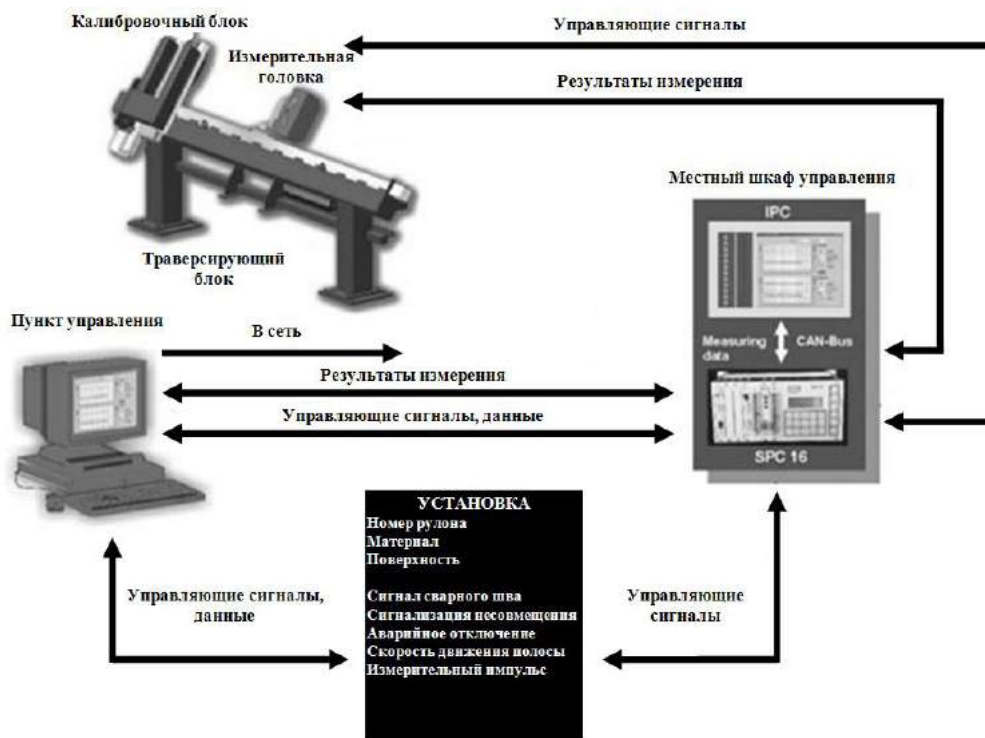


Рис. 3. Взаимодействие оптической системы SORM с системой управления станом

Систему SORM 3plus предлагается установить за дрессировочной клетью: снизу полосы за обводным роликом, сверху полосы на участке между дрессировочной клетью и станиной прижимного ролика. Данное место установки прибора обусловлено отсутствием вибрации полосы на участке между клетью и моталкой. Также следует отметить, что в соответствии с требованиями современных систем менеджмента качества обязательным условием работы оборудования является не только контроль, но и управление процессом.

При использовании описанного прибора выявляется зависимость шероховатости от таких технологических параметров, как усилие прокатки и степень обжатия при дрессировке.

Через измеренное значение шероховатости можно также управлять дрессировочной клетью.

Введение данной системы позволяет решить следующие задачи:

- обеспечение и улучшение качества продукции;
- управление и оптимизация процесса дрессировки листов;
- снижение затрат за счет оптимизации срока службы валков;
- уменьшение количества рекламаций благодаря своевременному обнаружению отклонений от предписанного диапазона шероховатости;
- уменьшение брака при дополнительном контроле на перематывающем устройстве;

- высокое качество покрытия благодаря гомогенной шероховатости поверхности;
- экономия затрат по сравнению с ручным измерением при помощи профилометра со щупом.

Список литературы

1. Беньяковский М.А. Сергеев Е.П. Дефекты поверхности автомобильного листа. М., «Металлургия», 1971. 44 с.
2. Беньяковский М.А., Масленников В.А. Автомобильная сталь и тонкий лист. – Череповец, Издательский Дом “Череповец”, 2007, 636 с.
3. Белов В.К. Профили поверхности: Монография. ГОУ ВПО «МГТУ» 2007. 260с. Магнитогорск:
4. Лимарев А.С., Маркварт Т.Ю. Анализ влияния поверхностных дефектов на качество холоднокатаного автомобильного листа // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: сб. науч. тр./ под ред. В.М.Салганика. Магнитогорск: Изд-во МГТУ, 2013. Вып. 19. С.212-216.
5. Лимарев А.С., Маркварт Т.Ю. Влияние поверхностных дефектов на качество холоднокатаного автомобильного листа // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 71-й межрегиональной научно-технической конференции/ под ред. Колокольцева В.М. – Магнитогорск: Изд-во МГТУ, 2013. – Т.1. С. 305-307.

6.<http://www.emg-automation.com/en/automation/qs-systems/online-roughness-measurement-sorm-3plus/>

References

1. Benyakovsky M. A. Sergeev, E. P. The surface defects of automotive sheet. M., "Metallurgy", 1971, page 44.
2. Benyakovsky M. A., Maslennikov V.A. Automotive steel and a thin sheet. - Cherepovets, Publishing house "Cherepovets", 2007, page 636.
3. Belov V.K. Surface profiles: Monograph. Magnitogorsk: "Magnitogorsk State Technical University" 2007, page 260.
4. Limarev A. S., Markwart T. Y. The analysis of the influence of surface defects on the quality of cold-rolled automotive sheet // Modeling and development processes of metal forming: collected scientific articles by V.M. Salganik. Magnitogorsk: publishing house of MSTU, 2013. Vol. 19. Pages 212-216.
5. Limarev A. S., Markwart T. Y. The influence of surface defects on the quality of cold-rolled automotive sheet // Actual problems of modern science, technology and education: proceedings of the 71st inter-regional scientific-technical conference/ edited by Kolokoltsev V.M. - Magnitogorsk: publishing house MSTU, 2013. – vol. 1. Pages 305-307.
- 6.<http://www.emg-automation.com/en/automation/qs-systems/online-roughness-measurement-sorm-3plus/>

УДК 652.62

Песин А.М., Якобсон З.В., Баскакова Н.Т.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К КАЧЕСТВУ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В ХОЛДИНГОВЫХ КОМПАНИЯХ

Аннотация. В статье представлены результаты научно-исследовательской работы по оптимизации и систематизации управления и тенденций развития его качества

Ключевые слова: теория ограничений, система менеджмента качества, концепция, эффективное управление, материнская компания, дочерние предприятия, холдинг, устойчивое развитие

В условиях усиливающейся рыночной конкуренции российские промышленные предприятия вынуждены непрерывно изыскивать, разрабатывать и осваивать новые технологии в производственно-технической сфере, а также непрерывно повышать качество управления. Такой инновационный характер развития предпри-

ятий закладывает основы для перспективного роста развития экономики страны. В настоящее время, как правило, крупные промышленные предприятия объединяются в холдинги, в состав которых помимо материнской компании входит сеть дочерних предприятий.

Начиная с 90-х гг. XX века в России возникают и динамично развиваются крупные промышленные объединения, в том числе в форме холдинга. Субъективно создание холдинговых компаний продиктовано стремлением к максимизации прибыли. Последнее достигается за счет синергетического эффекта, разработки общей стратегии развития, проведения единой технической, экономической, кадровой политики и соблюдения общих интересов холдинга. В холдинге появляется возможность достижения экономии от масштаба, объединения усилий по минимизации потерь от рисков, оптимизации финансовых потоков, совместного маркетинга.

С момента создания крупных промышленных объединений сразу же возникли серьезные проблемы, связанные с взаимодействием материнской компании и дочерних структур. Используемая в настоящее время система контролируемых показателей не дает возможности устанавливать оптимальную степень зависимости каждого дочернего предприятия от материнской компании. Это приводит либо к полному отсутствию самостоятельности подразделений, либо к потере управляемости и устойчивости холдинга. В обоих случаях управление остается неэффективным и сдерживает его дальнейшее развитие.

Как правило, при определении системы взаимодействия используются, в основном, статические показатели. При этом не учитываются колебания во времени на входе, внутри и на выходе системы. В связи с этим, в литературе даже не обсуждается необходимость создания динамических буферов материальных и финансовых ресурсов для сглаживания этих колебаний в критически важных точках - «узких местах» холдинга. Кроме того, существующая система управления не позволяет выявлять главные «узкие места» холдинга и синхронизировать деятельность всех его подразделений с их работой.

В настоящее время не определяются оптимальные резервы мощностей дочер-

них предприятий для производства продукции (работ, услуг) на сторону.

В этих условиях особенно остро стоит проблема оптимизации управления и результативности деятельности холдинга.

Для ее решения необходима разработка методологии эффективного взаимодействия материнской компании и дочерних предприятий для обеспечения устойчивого развития холдинга.

Все перечисленное позволяет сделать вывод о том, что создание четко структурированных холдинговых компаний объективно предпочтительнее функционирования отдельных неинтегрированных предприятий.

В литературе проблемы холдинга изучены в работах Р. Коуза, Т. Сарджента, Н. Уоллеса, К. Эрроу, Дж. К. Гэлбрейта, А. Маршала, И. Шумпетера, И. Фишера, В. Куликова, Э. Гуськова, Е. Голубевой, А. Войтенко, В. Дементьева, Э. Уткина, А. Савина, И. Мамоновой, Т. Парамоновой, М. Радионова и др.

Однако, несмотря на значительное количество работ по корпоративным структурам, проблема управления холдингом как интегрированной системой не раскрыта. Отсутствуют научные работы, в которых был бы сделан комплексный анализ критериев взаимодействия материнской компании и дочерних структур холдинга, обоснованы принципы и функции его управления, раскрыты особенности стратегического планирования и вопросы оптимизации взаимодействия холдинга с внешней средой.

Сложность производственной системы холдинга предопределяет наличие не одного, а множества различных типов ограничивающих факторов. Применение такой классификации типов ограничивающих факторов позволит разработать комплексную модель производственно-экономического планирования на основе выявления и эффективного преобразования ограничений не только материнской, но и дочерних структур. Эффективное преобразование ограничений охватывает комплекс мероприятий, включающий в се-

бя использование, устранение, изменение, перемещение «узких мест» на основе осуществления процесса оптимизации с целью улучшения финансово-экономических показателей. Следует отметить, что предлагаемая модель базируется на массиве фактических исходных данных, которые выгружаются из учетных систем предприятий холдинга.

Такой методологический подход «от фактических данных» позволяет максимально полно учесть специфические особенности конкретной производственной системы холдинга и выбранного периода планирования и, как следствие, минимизировать риски внедрения, особенно на начальном его этапе. В случае наличия внутренних производственных ограничений на орудия труда (мощности агрегатов) разработан новый алгоритм оптимизационного планирования производства.

Принципиальным отличием предложенного алгоритма является приоритетное включение в производственную программу предприятий позиций продукции, обеспечивающих максимальную маржинальную прибыль холдинга из всех возможных вариантов структуры выпуска и используемых маршрутов производства.

Следует выявить и охарактеризовать конкретные различия, существующие между отдельными вариантами технологических маршрутов всего холдинга и влияющие на величину выбранного критерия. Основным фактором существования таких различий является то обстоятельство, что в каждом из альтернативных маршрутов могут использоваться различные ресурсы, в частности, различное по технологическим возможностям, мощности, срокам использования оборудование. К таким различиям можно отнести:

- 1) различия в технологии производства и, соответственно, наборах технологических операций;
- 2) различия в производительности агрегатов;
- 3) различия в уровнях затрат на производство.

С учетом данных различий в качестве критерия оптимального выбора структуры

товарного выпуска с учетом маршрутов производства из нескольких альтернативных предлагается использовать показатель маржинальной прибыли от товарного выпуска. Указанный подход подразумевает, что самым выгодным считается выпуск такого объема каждого из видов продукции по имеющимся заказам и по таким маршрутам производства, которые в совокупности либо обеспечивают наибольший вклад в суммарную маржинальную прибыль холдинга при прочих равных условиях, либо приводят к экономии времени на «узком месте», высвобождая его для дополнительного выпуска приоритетных позиций продукции, пользующихся спросом.

Научная новизна предлагаемого подхода заключается в:

- 1) разработке методологии эффективного взаимодействия материнской компании и дочерних предприятий, отличающейся тем, что на первом этапе исследования определяются глобальное и локальные «узкие места» всего холдинга, на втором этапе оптимизируются материальные потоки, проходящие через эти «узкие места» без изменения технологических процессов, на третьем этапе выявляются резервы производственных мощностей дочерних компаний, которые они могут использовать как самостоятельно, так и во взаимодействии друг с другом для выпуска продукции на сторону вне холдинга, на четвертом этапе осуществляется расшивка «узких мест» на основе обновления основных фондов (новая технология, реконструкция, техническое перевооружение, модернизация, диверсификация) и на пятом этапе возвращаются к первому этапу;

- 2) созданию методики управления динамическими буферами материальных ресурсов, обеспечивающими, с одной стороны, устойчивую работу холдинга, а, с другой - выпуск продукции на сторону вне холдинга для развития дочерних структур;

- 3) разработке системы мотивации как социальной составляющей в холдинге и в дочерних предприятиях, отличающейся системой расчетных показателей силы мотивации персонала и вознаграждения менеджеров.

Важным направлением освоения и управления технологическими новациями является использование оптимизационных подходов к планированию деятельности, как материнской компанией, так и дочерних предприятий, нацеленных на улучшение показателей деятельности холдинга. При этом нерешенными остаются вопросы взаимодействия между ними, затрудняющие эффективное управление и устойчивое развитие холдинга.

Одной из особенностей металлургической промышленности является довольно значительная величина расходов на качество как процессов управления, так и продукции. Согласно предлагаемых классификаций этих расходов, они включают затраты на предупреждение, на контроль качества и потери от внутренних и внешних несоответствий.

Эффективное управление качеством продукции, услуг влияет на жизнь человека, престиж государства и его национальное богатство. Качество формируется в производственных процессах, и поэтому управление качеством напрямую связано как с технологическими новациями, так и с новациями в области организационного построения.

Организационное развитие и прогресс информационных технологий разрушил замкнутость предприятий, и сегодня они ориентируются на прямое взаимодействие производителя и потребителя. Конкретный рынок и конкретный потребитель определяет структуру организации, которая использует власть, основанную на знаниях, компетенциях, а не на позициях в иерархии.

Новации в организационном построении относятся по своему типу к аллокационным. Они сложны по своей сути, что объясняется тем, что в информационном обществе именно информационный ресурс является важнейшим товаром. В системе обеспечивающего менеджмента на первом приоритетном месте стоит информация.

Аллокация – это система распределения недостаточных ресурсов, в зависимости от стоящих целей. Другое значение

термина – распределение мощностей компаний и их товаров в рыночном пространстве. Производитель ведет ценовую политику таким образом, чтобы прибыль его была максимальной. И при этом, запросы потребителя, как по цене, так и по качеству продукции, в полной мере удовлетворялись. В общем смысле, под аллокацией понимают неординарные способы достижения поставленных целей.

В информационном обществе меняются как формы, так и содержание производственно-хозяйственной деятельности предприятий. Это выражается в принципе обеспечения независимости личности во взаимодействиях с коллегами, с потребителями, с руководством. Свободный доступ к своевременной, достоверной и полной информации (за исключением конфиденциальной) позволяет индивиду решать любые сложные вопросы при дефиците времени и отсутствии надежных источников.

Организационный дизайн последнего времени все более учитывает особенности развития рынка и приспосабливается к этим изменениям. Внешняя среда предприятия формируется под информационным воздействием.

Для организационного развития все, более ключевыми, являются компетенции работников. Набор профессиональных компетенций выражается в творчестве, инициативе личности. Такой личностью уже противоестественно командовать, применяя авторитарный стиль управления.

При этом в постановке целей должны учитываться основные требования к целям: конкретность, достижимость, измеримость, результативность и ориентация во времени (система SMART). Важным моментом при этом следует считать, что система SMART холдинга должна быть более приоритетной относительно дочерних предприятий. Такая система приоритетов отражается в "дереве целей". В корне дерева отражаются консолидированные требования всего холдинга, а разрастающиеся иерархические ветки - требования на уровне дочерних предприятий.

Первым критерием является иерархическая система целеполагания, которая обеспечивает достижение результативности как материнской компании, так и ее дочерних структур. При этом выявляются резервы у дочерних предприятий, которые они могут использовать для самостоятельной работы вне холдинга и получения максимальной прибыли. Повышение качества процессов управления позволит получить системные эффекты как синергетический, так и масштаба производства.

Вторым критерием повышения качества управления следует считать соотношение долей авторитарного и демократического стилей управления. Такие организационные преобразования потребуют изменений в качестве управления человеческими ресурсами. При этом появляется необходимость оптимального сочетания авторитарного и демократического стилей управления. Возможность достижения такой оптимальности обусловлена тем, что авторитарность проявляется во взаимодействии дочерних предприятий с материнской компанией при выполнении ее плановых заданий, а демократия - в свободе выполнения заказов на сторону.

Демократический стиль управления возможен при сильной мотивации исполнителей. Самой сильной стороной мотивации должны стать честность личности, самодисциплина, самоконтроль. Формальности при общении с такой личностью должны быть сведены к минимуму. Атмосфера групповой работы обеспечивает получение синергетического эффекта, вершиной которого является качественный результат - получение прибыли от выполнения заказов на сторону дочерними предприятиями.

Третьим критерием повышения качества управления будет система показателей, характеризующих механизм настройки работы буферов. Это позволит обеспечить стабильное выполнение "материнских" заказов дочерними предприятиями, несмотря на сильные колебания объемных показателей, сроков исполнения и требований по качеству.

Таким образом, разработана методология эффективного взаимодействия материнской компании и дочерних предприятий. Она включает пять последовательных этапов процесса управления холдингом и три системных критерия оценки эффективности повышения качества этого управления.

Список литературы

1. Goldratt, Eliyahu M. The Theory of Constraints: A Systems Approach to Continuous Improvement. Delmar, Albany, NY (1995).
2. Реализация концепции производственного планирования на основе эффективного использования ограничений / Г.С.Сеничев, В.И.Шмаков, И.В.Вьер, А.М.Песин, и др. – М.: Экономика, 2006.- 210 с.
3. Баскакова Н.Т. Подсистема СМК планирования ремонтов // Вестник МГТУ им. Г.И.Носова. 2009. №3. С.55-57.
4. Виханский О.С., Наумов А.И. Менеджмент: учебник / О.С. Виханский, А.И. Наумов. – 4 изд. перераб. и доп. – М.: Экономика, 2008. - 670 с.
5. Подсистема менеджмента качества планирования ремонтов как рычаг роста конкурентоспособности металлопродукции / Песин А.М., Шмелев В.А., Баскакова Н.Т., Бойко Д.А., Леднева Г.А. // Сталь. 2011. №1. С.79-84.
6. Баскакова Н.Т. Инновационные подходы в планировании ремонтов металлургического оборудования на основе теории ограничений (монография) - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2014. – 133 с.
7. Баскакова Н.Т. Проблемы выбора стратегии технологического обслуживания и ремонта основных средств с целью повышения действенности СМК прокатных цехов // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: междунар. сб. науч. тр./ под ред. В.М.Салганика. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос.техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2012. – С.312-319.
8. Колокольцев В.М. Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. История. Развитие // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1(45). С. 5–6.

References

1. Goldratt, Eliyahu M. The Theory of Constraints: A Systems Approach to Continuous Improvement. Delmar, Albany, NY (1995).
2. Implementation of the concept of production planning based on effective use of limited / G.S.Senichev, V.I.Shmakov, I.V.Vier, A.M.Pesin, and others. – М.: Economy, 2006.- 210 p.

3. Baskakova N.T. Subsystem QMS planning repairs // Vestnik MGTU. them G.I.Nosova. 2009. №3. Pp.55-57.

4. Vikhansky O.S., Naumov A.I. Management: a tutorial. O.S.Vikhansky, A.I. Naumov - 4th ed. pererab. and ext. - M.: Economist, 2008. – 670 p.

5. Quality Management Subsystem repair planning as a lever of growth competitiveness of steel / AM Pesin, VA Shmeliov, NT Baskakov, DA Boyko, GA Ledneva // Steel. 2011. №1. С.79-84.

6. Baskakova N.T. Innovative approaches in planning repairs of metallurgical equipment, based on the theory of constraints (monograph). Magnitogorsk. Publisher Magnitogorsk. gos.tehn. univ them. G.I.Nosova, 2014. - 133 p.

7. Baskakova N.T. Problems strategy selection process of maintenance and repair of fixed assets in order to increase the effectiveness of the QMS rolling mills // Modelling and development of metal forming processes: Intern. Sat. scientific. tr. / Ed. V.M.Salganika. Magnitogorsk. Publisher Magnitogorsk. gos.tehn. univ them. G.I.Nosova, 2012. – Pp. 312-319.

8. Kolokoltsev V.M. Nosov Magnitogorsk State Technical University. History. Development. Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2014, no. 1(45), pp. 5–6.

УДК 621.778

Рубин Г.Ш., Касаткина Е.Г.

S-ОБРАЗНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЕДИНИЧНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

Аннотация. Для оценки единичных показателей качества в квалиметрии, как правило, используются линейные зависимости. При этом не формулируются достаточно полные и точные требования к виду зависимости оценки от показателя оцениваемого свойства.

В статье сформулированы точные требования к виду зависимости оценки от показателя качества. Разработана математическая модель зависимости, имеющая график в виде S-образной кривой и удовлетворяющая сформулированным требованиям. Предложена линейная аппроксимация разработанной зависимости.

Ключевые слова: квалиметрия, оценка качества, единичный показатель качества.

В работах по квалиметрии, учебниках и научных статьях практически не уделяется внимание расчету единичных оценок. Первое исследование этого вопроса, бесспорно, сделано основателями квалиметрии [1, 4]. Ими рассмотрены различные подходы к расчету единичных оценок, однако не сформулированы принципы выбора того или иного вида оценок.

В работах автора [2] предложена классификация оценок на возрастающие, убывающие и локальные, по признаку вида зависимости оценки M от величины показателя P (рис. 1).

Для получения асимптотической зависимости использовалось, в частности, дифференциальное уравнение зависимости скорости изменения оценки от удаленно-

сти оцениваемого значения показателя от наилучшего.

Например,

$$\frac{dM(p)}{dp} = k(p_{\max} - p), \quad (1)$$

тогда

$$M(p) = k \left(p_{\max} p - \frac{p^2}{2} \right) + C.$$

При этом, следуя принципам логики оценок [2] и предложенным в этой же работе принципам свёртки, принималось, что диапазоном изменения оценки M является отрезок $[0,1]$. Это условие определяет константу C .

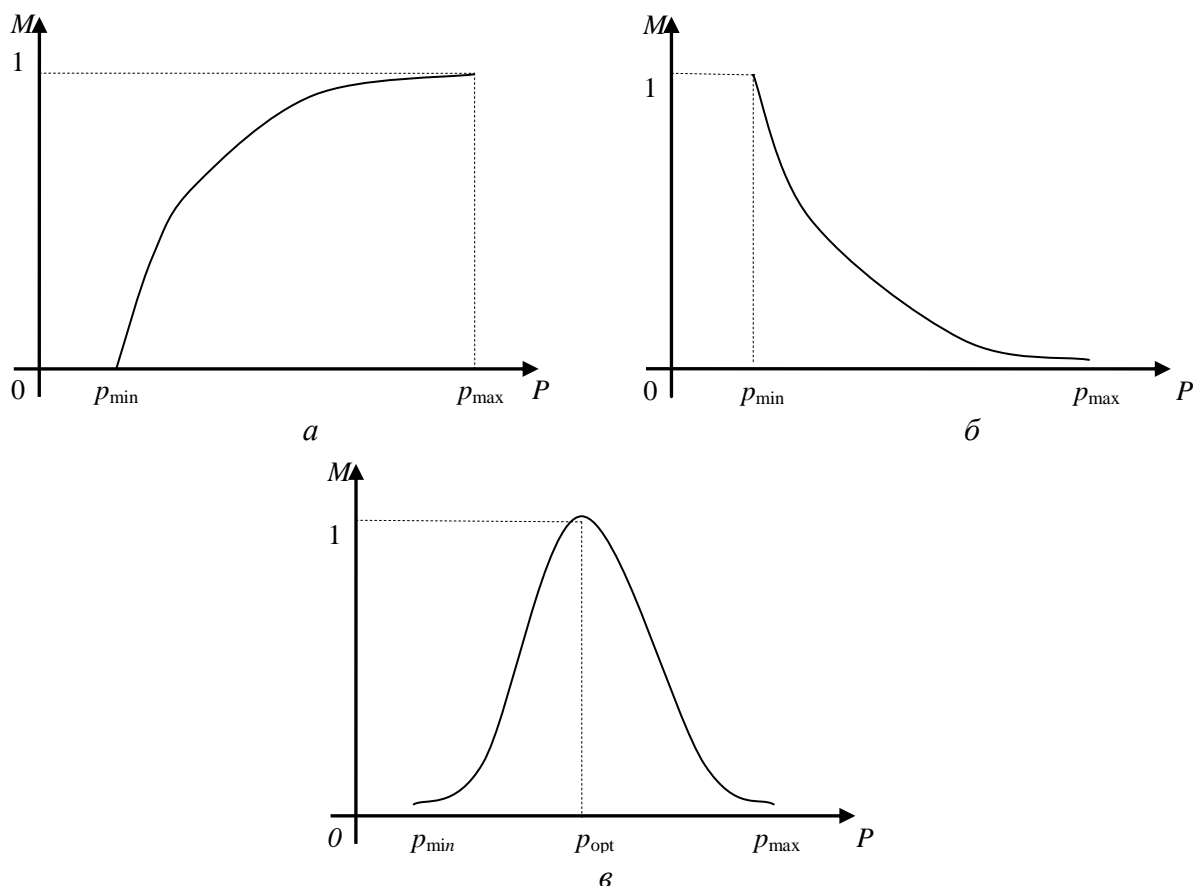


Рис. 1. Три вида зависимостей

Таким образом, график зависимости оценки от значения показателя представлял из себя часть параболы (**рис. 1, а, б**).

Уже в работах Г.Г. Азгальдова [1] рассматривалась возможность использования логистической зависимости для определения связи между оценкой и значениями показателя (**рис. 2**). (Здесь и далее мы рассматриваем возрастающие оценки. Для убывающих все результаты получают аналогично).

Следует отметить, что графически эта кривая содержит сегменты, аналогичные всем зависимостям, рассматриваемым различными авторами для расчета единичных оценок качества.

Участки 0-3 и 1-3 – аналогичны зависимостям, представленным на **рис. 1, а, б** и **левой ветви в**. Участок 1-3 близок к прямой, т.е. к линейной зависимости.

Для большинства авторов, занимающихся количественной оценкой качества,

характерна адаптация элементарных функций для выбора вида зависимости оценки от показателя качества.

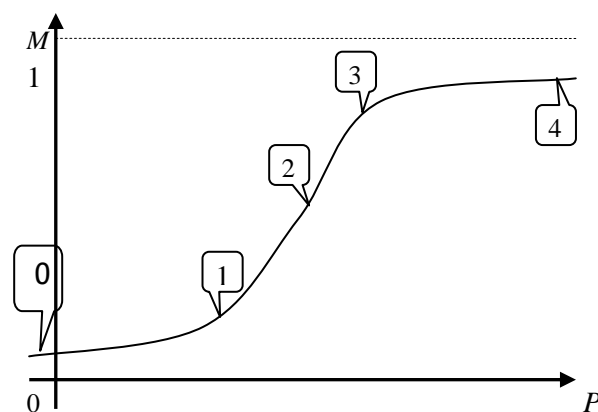


Рис. 2. Логистическая кривая

Упомянутый выше подход автора к выбору зависимости отличается тем, что вначале формулируются принципы зависимости, которые определяют в ко-

нечном счёте расчётную формулу (1). По нашему мнению, подтверждаемому, прежде всего, анализом вида зависимостей в работах [2, 3] конкретный вид формулы определяется априорными свойствами зависимости и значениями показателя в некоторых точках, для которых, как правило, экспертным методом определены значения оценки. Например, если выбран линейный вид зависимости $M(p)$ – (2),

$$M(p) = ap + b. \quad (2)$$

Кроме того,

$$M(p_{\min}) = 0; \quad M(p_{\max}) = 1.$$

Следовательно,

$$M(p) = \frac{p - p_{\min}}{p_{\max} - p_{\min}}. \quad (3)$$

Назовем значение показателя, для которого может быть определена оценка **реперным**. Такими значениями являются уровни: низший -нулевой и высший - единичный оценки p_{\min} и p_{\max} , $M(p_{\min}) = 0$; $M(p_{\max}) = 1$. Эти значения показателя и оценки, а также точки с соответствующими координатами назовем **реперными первого порядка**. Разумеется, следующим этапом определения вида зависимости является определение вида зависимости согласно классификации (**рис. 1**). Как было отмечено выше, мы рассмотрим только возрастающие оценки. Для убывающих все рассуждения и выводы симметричны, а локальные оценки мы рассматриваем как композицию возрастающих и убывающих оценок.

В качестве базового принципа оценки предлагается принять признак близости оцениваемого показателя к реперным значениям первого порядка. Представляется достаточно очевидным, что скорость изменения оценки, измеряемая величиной,

$\frac{dM(p)}{dp}$ вблизи реперных точек первого порядка стремится к 0

$$\lim_{p \rightarrow p_{\min}} \frac{dM(p)}{dp} = 0; \quad \lim_{p \rightarrow p_{\max}} \frac{dM(p)}{dp} = 0. \quad (4)$$

Это обусловлено следующими соображениями. Скорость изменения оценки величина непрерывная, т.е. нет оснований считать, что при каких-либо значениях показателя скорость изменения оценки резко изменится, кроме того, как уже отмечалось выше, при

$$p \leq p_{\min} \quad M(p) = 0,$$

то есть

$$\frac{dM(p)}{dp} = 0, \quad (5)$$

$$p \geq p_{\max} \quad M(p) = 1,$$

то есть

$$\frac{dM(p)}{dp} = 0. \quad (6)$$

Тогда в первом приближении можно считать $\frac{dM(p)}{dp} = p - p_{\min}$ вблизи p_{\min} и $\frac{dM(p)}{dp} = p_{\max} - p$ вблизи p_{\max} , при условии, что $M(p_{\min}) = 0$; $M(p_{\max}) = 1$.

Из вышеизложенного вытекает справедливость следующих равенств:

Вблизи p_{\min} справа (**рис. 3, а**)

$$M(p) = k_1(p - p_{\min})^2. \quad (7)$$

Вблизи p_{\max} слева (**рис. 3, б**)

$$M(p) = 1 - k_2(p - p_{\max})^2. \quad (8)$$

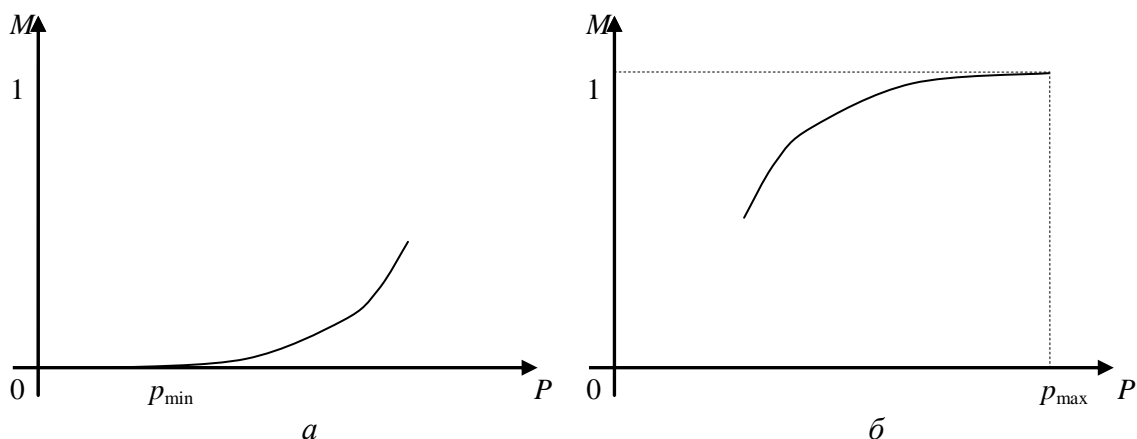


Рис. 3. Вид зависимости вблизи реперных точек первого порядка

Выше мы назвали точки графика оценки с первыми координатами P_{min}, P_{max} графика оценки реперными первого порядка. Для этих значений показателя оценки (0 или 1) могут быть определены априори. Другие значения показателя (и соответствующие точки графика), в которых оценки определяются экспертным или другим методом до определения конечного вида зависимости назовём **реперными третьего порядка**. Их роль в построении зависимости оценки от показателя мы обсудим позже. **Реперными** значениями и точками **второго порядка** будем называть объекты, в которых можно определить некоторые свойства графика зависимости оценки от показателя. Такими являются значения показателя, в которых отрезки графика зависимости соединяются, сохраняя гладкость кривой, т.е. непрерывность зависимости вместе с её первой производной.

Пусть p_b - граничная точка участков кривой, прилегающих к реперным точкам первого порядка, т.е. реперная второго порядка. Тогда, учитывая (7), (8), непрерывность и изменения оценки получим: $k_1(p_b - p_{min})^2 = 1 - k_2(p_b - p_{max})^2$. Кроме того, слева от рассматриваемой точки $M' = 2k_1(p_b - p_{min})$, а справа - $M' = -2k_2(p_b - p_{max})$. Используя дополнительно условие непрерывности скорости

изменения оценки (первой производной), получаем систему уравнений;

$$\begin{cases} k_1(p_b - p_{min})^2 = 1 - k_2(p_b - p_{max})^2 \\ k_1(p_b - p_{min}) = -k_2(p_b - p_{max}) \end{cases} \quad (9)$$

Второе уравнение системы даёт $k_1 = k_2 \frac{p_{max} - p_b}{p_b - p_{min}}$. Подставляя полученное выражение для k_1 в первое уравнение системы, получим

$$k_2(p_{max} - p_b)(p_b - p_{min} + p_{max} - p_b) = 1.$$

Отсюда следующие формулы для нахождения k_1 и k_2 :

$$\left. \begin{aligned} k_1 &= \frac{1}{(p_b - p_{min})(p_{max} - p_{min})} \\ k_2 &= \frac{1}{(p_{max} - p_b)(p_{max} - p_{min})} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Подставляя найденные выражения для k_1 и k_2 в формулы (7) и (8), получим:

если $p_{min} \leq p \leq p_b$, то

$$M(p) = \frac{(p - p_{min})^2}{(p_b - p_{min})} \cdot \frac{1}{(p_{max} - p_{min})} \quad (11)$$

если $p_b \leq p \leq p_{\max}$, то

$$M(p) = 1 - \frac{(p_{\max} - p)^2}{(p_{\max} - p_b)(p_{\max} - p_{\min})}. \quad (12)$$

Тогда

$$M(p_b) = \frac{p_b - p_{\min}}{p_{\max} - p_{\min}}. \quad (13)$$

В частности, если $p_b = \frac{p_{\max} + p_{\min}}{2}$,

то $M(p_b) = \frac{1}{2}$, если $p_b = p_{\min} + k(p_{\max} - p_{\min})$, $0 \leq k \leq 1$, то $M(p_b) = k$.

Т.е. точка соединения двух участков графика зависимости оценки от показателя лежит (рис. 4) на прямой, соединяющей точки $(p_{\min}, 0)$, $(p_{\max}, 1)$, и описываемой уравнением:

$$M(p) = \frac{p - p_{\min}}{p_{\max} - p_{\min}}. \quad (14)$$

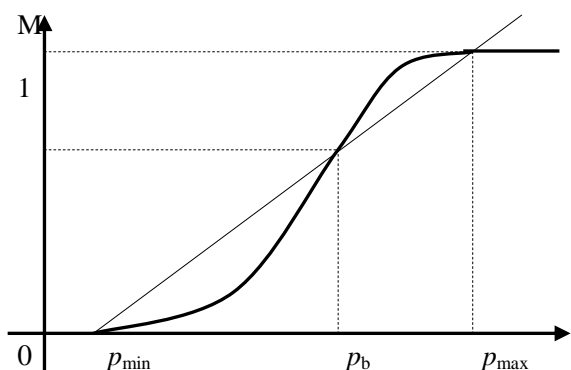


Рис. 4. Положение реперной точки второго порядка p_b

Таким образом, при изложенном выше подходе конкретный вид кривой определяется тремя реперными точками: двумя точками первого порядка и одной точкой второго порядка. Это определяет следующий алгоритм построения кривой уравне-

ния зависимости скорости изменения оценки от значения показателя:

1. Находим p_{\min} по условию

$$M(p_{\min}) = 0.$$

2. Находим p_{\max} по условию

$$M(p_{\max}) = 1.$$

3. Находим p_b по условию

$$M(p_b) = \frac{p_b - p_{\min}}{p_{\max} - p_{\min}}.$$

4. При $p_{\min} \leq p \leq p_b$ определяем

$$M(p) = \frac{1}{p_{\max} - p_{\min}} \cdot \frac{(p - p_{\min})^2}{(p_b - p_{\min})}.$$

5. При $p_{\max} \geq p \geq p_b$, определяем

$$M(p) = 1 - \frac{1}{p_{\max} - p_{\min}} \cdot \frac{(p_{\max} - p)^2}{(p_{\max} - p_b)}.$$

6. $p \leq p_{\min}$ $M(p) = 0$ при $p \geq p_{\max}$

$$M(p) = 1.$$

Простейший вариант, если

$p_b = p_{\min} + \frac{p_{\max} - p_{\min}}{2}$, т.е. середина отрезка $[p_{\min}, p_{\max}]$, тогда

$$M(p) = \frac{2(p - p_{\min})^2}{(p_{\max} - p_{\min})^2}, \text{ если } p \leq p_b,$$

$$M(p) = 1 - \frac{2(p_{\max} - p)^2}{(p_{\max} - p_{\min})^2}, \text{ если}$$

$p \geq p_b$.

В общем случае, при $0 < k < 1$, имеем

$$p_b = p_{\min} + k(p_{\max} - p_{\min}). \quad (15)$$

Тогда

$$M(p) = \frac{1}{k} \cdot \frac{(p - p_{\min})^2}{(p_{\max} - p_{\min})^2},$$

при $p \leq p_b$, (16)

$$M(p) = 1 - \frac{1}{1-k} \cdot \frac{(p - p_{\max})^2}{(p_{\max} - p_{\min})^2}, \quad \text{при } p \geq p_b. \quad (17)$$

Итак, для определения зависимости необходимо знать реперные точки первого порядка. Эти точки определяются независимо от выбранного вида зависимости. Определение значения p_b и оценки этого уровня показателя $k = M(p_b)$ полностью определяет уравнение зависимости оценки от значения показателя. На практике для упрощения расчётов можно использовать линейную аппроксимацию полученной зависимости. Для получения линейной аппроксимации исследуем подробнее динамику изменения оценки. В интервале (p_{\min}, p_b) оценка растёт ускоренно с ускорением k_1 , в интервале (p_b, p_{\max}) оценка

растёт замедленно с ускорением $-k_2$. Т.е. при значении показателя p_b происходит переход от ускоренного роста к замедленному. При этом в начале интервала (p_{\min}, p_b) скорость роста меньше, чем равномерная на интервале (14), а во втором сегменте - больше. В начале интервала (p_b, p_{\max}) скорость роста больше средней равномерной, а во втором сегменте меньше. Граничные точки этих сегментов назовём **реперными третьего порядка** и обозначим p_a и p_d , соответственно (**рис. 5**).

В этих точках касательные к графику зависимости $M(p)$ (см. прямые II и III, **рис. 5**) параллельны прямой, проходящей через реперные точки первого и второго порядка (см. прямая I, **рис. 5**).

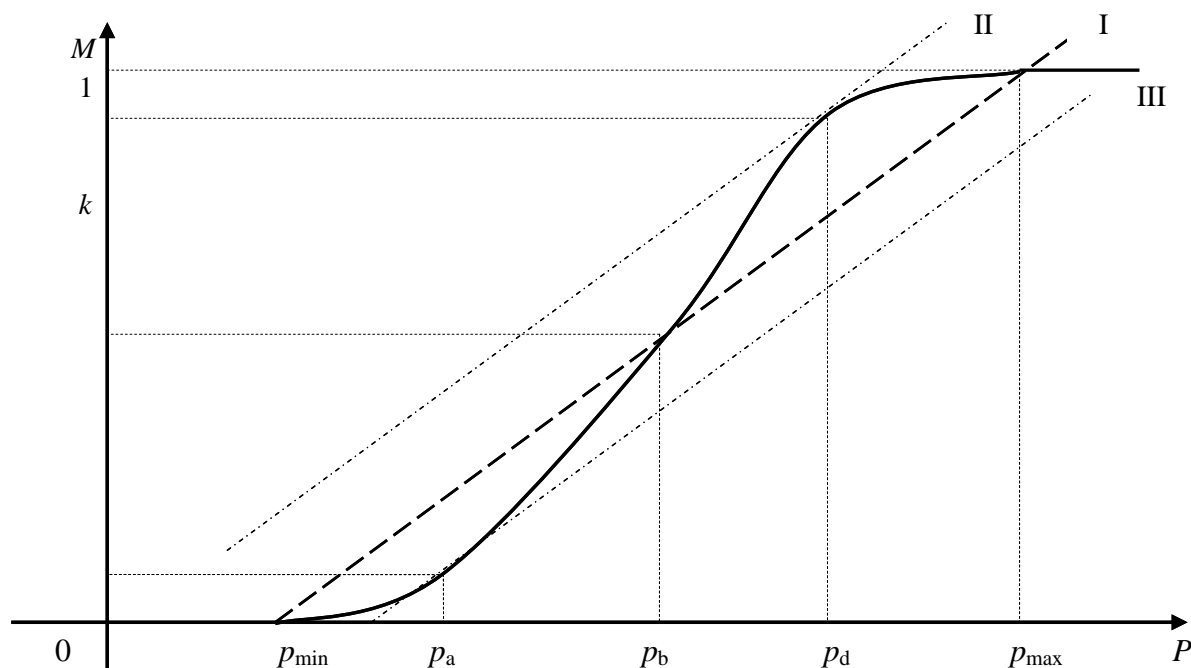


Рис. 5. Реперные точки третьего порядка

Тогда $M'(p_a) = M'(p_d) = \frac{1}{p_{\max} - p_{\min}}$ – угловой коэффициент прямой I, и с учётом (11) и (12)

$$M'(p_a) = \frac{2(p_2 - p_{\min})}{(p_{\max} - p_{\min})(p_b - p_{\min})} = \frac{1}{p_{\max} - p_{\min}}; \quad p_a = p_{\min} + \frac{p_b - p_{\min}}{2}; \quad p_a = \frac{p_b + p_{\min}}{2} \quad (18)$$

$$M'(p_3) = -\frac{1}{p_{\max} - p_{\min}} \cdot \frac{(-2)(p_{\max} - p_d)}{p_{\max} - p_b} = \frac{1}{p_{\max} - p_{\min}}; \quad \frac{(-2)(p_{\max} - p_d)}{p_{\max} - p_b} = -1; \quad p_d = \frac{p_b + p_{\max}}{2}. \quad (19)$$

Т.е. реперные точки третьего порядка являются серединами отрезков ускоренного и замедленного роста, соответственно. Подставив выражения (18) в (11) и (19) в (12), получаем:

$$M(p_a) = \frac{1}{p_{\max} - p_{\min}} \cdot \frac{(p_a - p_{\min})^2}{p_b - p_{\min}} = \frac{p_b - p_{\min}}{4(p_{\max} - p_{\min})} = \frac{k}{4},$$

$$M(p_d) = 1 - \frac{1}{p_{\max} - p_{\min}} \cdot \frac{(p_d - p_{\max})^2}{p_{\max} - p_b} = 1 - \frac{p_{\max} - p_b}{4(p_{\max} - p_{\min})} = 1 - \frac{1-k}{4} = \frac{3+k}{4}.$$

Итак, реперные точки третьего порядка определяются формулами (18), (19) и следующими:

$$M(p_a) = \frac{k}{4}, \quad (20)$$

$$M(p_d) = \frac{3+k}{4}. \quad (21)$$

По полученным координатам легко установить, что реперные точки второго и третьего порядка лежат на одной прямой. Линейную аппроксимацию зависимости $M(p)$ построим как ломанную, соединяющую реперные точки. Таким образом, зависимость будет состоять из следующих пяти отрезков прямой (рис. 6):

$$1. \quad M(p) = 0, \quad p \leq p_{\min}.$$

$$2. \quad M(p) = \frac{1}{2} \frac{p - p_{\min}}{p_{\max} - p_{\min}}, \quad p_{\min} \leq p \leq p_a.$$

$$3. \quad M(p) = \frac{k}{4} + \frac{3k}{4} \frac{p - p_a}{p_b - p_a}, \quad p_a \leq p \leq p_d.$$

$$4. \quad M(p) = \frac{3}{4}(1-k) + \frac{1+3k}{4} \frac{p - p_d}{p_{\max} - p_d}, \quad p_d \leq p \leq p_{\max}.$$

$$5. \quad M(p) = 1, \quad p \geq p_{\max}.$$

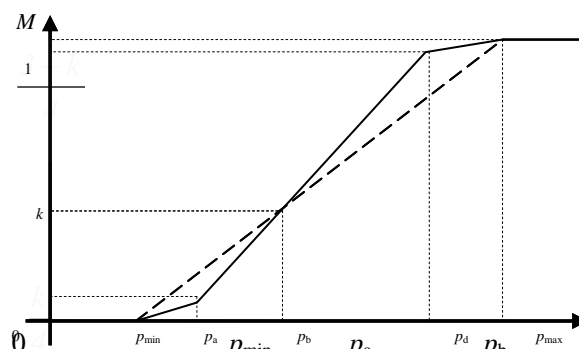


Рис. 6. Линейная аппроксимация зависимости оценки от показателя

Напомним, что все реперные точки определяются тремя числами: p_{\min} , p_{\max} и k . Следовательно, и все звенья ломанной определяются этими тремя числами. Если реперные точки первого порядка могут быть определены из нормативной документации для объекта оценки, то число k и реперная точка второго порядка определяется экспертным методом. Возможные другие пути нахождения реперной точки второго порядка – предмет отдельного исследования.

Список литературы

1. Азгальдов Г.Г., Райхман Э.П. О квалификации. М.: Стандарты, 1973. 172 с.
2. Рубин Г.Ш., Гун Г.С. Логические законы оценки качества продукции. Деп. в ВИНТИ 19

авг.1981. № 4105-8.

3. Рубин Г.Ш. Выбор и исследование рациональных технологических схем получения высокоточных фасонных профилей на основе комплексной оценки эффективности технологии: дис. ... канд. техн. наук: 05.16.05 / Рубин Геннадий Шмульевич. Магнитогорск, 1983. 142 с.

4. Колокольцев В.М. Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. История. Развитие // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1(45). С. 5–6.

References

1. Azgaldov G.G., Reichman E.P. About qualimetry - M.: Standards, 1973.- 172 p.
2. Rubin G.Sh., Gun G.S.. Logical laws as-

sessing the quality of products. deposited in VINITI 19 aug.1981. № 4105-8

3. Rubin G.Sh. Selection and research rational technological schemes obtaining high-precision shaped sections based on a complex assessment of the effectiveness of technology: thesis... Candidate of Technical Sciences Magnitogorsk, 1983. 142 p.

4. Kolokoltsev V.M. Nosov Magnitogorsk State Technical University. History. Development. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University]. 2014, no. 1(45), pp. 5–6.

УДК 521.771.63
Шемшурова Н.Г.

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХОЛОДНОГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ ПРОКАТА

Аннотация Выполнены исследования по прогнозированию механических свойств холодногнутой профилированной листовой заготовки.

Ключевые слова: Листовая заготовка, гнутые профили, методика УКРНИИМЕТ, деформационное упрочнение, характеристики механических свойств, оценка качества, статистическая обработка

В современных строительных технологиях широко применяют стальные холодногнутое профили (ХГП), имеющие при повышенных характеристиках прочности, жесткости и ресурса небольшую цену и высокое качество. Они выполняют одновременно несколько строительных задач и являются, по существу, профильными конструкциями, которые работают в сложных климатических условиях [1].

При оценке качества металлургической продукции обычно учитывают основные показатели назначения, такие как геометрические размеры, механические свойства, химический состав, структуру. При поставке гнутых профилей потребителю в сертификатах качества предоставляют сведения о механических свойствах готовой продукции без учета влияния упрочнения в процессе холодного профилирования – ме-

ханические свойства стальной заготовки автоматически «переносят» на механические свойства готовых профилей.

Согласно основным принципам управления качеством, положенным в основу МС ИСО 9004 [2, приложение В], подход к принятию решений должен осуществляться на основе достоверных фактов на основании измерений, производимых для получения данных о процессах. Поэтому потребитель имеет право знать реальные характеристики механических свойств готовых гнутых профилей, чтобы принимать адекватные решения по их использованию.

Учет деформационного упрочнения позволит облегчить конструкции и, согласно данным института сварки им. Е.О. Патона, позволит потребителю экономить до 10 % проката без дополни-

тельных капитальных вложений. Однако при этом следует учитывать и снижение пластических свойств в процессе профилирования.

Следует иметь в виду, что при профилировании механические свойства заготовки по поперечному сечению профиля распределяются неравномерно и зависят от степени деформации отдельных участков профиля, то есть от конфигурации и геометрических параметров профиля, режима формовки, механических свойств заготовки. Наибольшее изменение (до 70%) механических свойств профилируемого металла происходит в местах изгиба: увеличиваются прочностные характеристики (временное сопротивление разрыву σ_B и предел текучести σ_T) и уменьшаются пластические (относительное удлинение δ_5). На плоских участках профилей, особенно на кромках полок, также наблюдается упрочнение металла. При этом снижение пластических свойств может достигать 5%.

Вероятностно-статистические методы контроля позволяют выполнить оценку неоднородности свойств гнутых профилей

$$\sum_{i=1}^n (y_i - y'_i)^2 - \sum_{i=1}^n \left[y_i - (b_0 - b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_j x_{ij} + \dots + b_p x_{ip}) \right]^2,$$

где y_i – функция отклика для i -го опыта (характеристики механических свойств подката для профилирования); y'_i – вычисляемые предсказываемые выравненные значения исследуемой характеристики; n – количество опытов; p – число факторов; x_{ij} – значение j -го фактора для i -го опыта; b_0, b_j – значения коэффициентов в линейном уравнении

$$y' = b_0 + \sum_{j=1}^p b_j x_j.$$

Согласно работе [5] условия, позволяющие поставлять готовые гнутые профили с гарантированными механическими свойствами, имеют вид:

и гарантировать их необходимую обеспеченность.

Оценку механических свойств сортовых гнутых профилей, производимых в ЛПЦ-8 ОАО «ММК», проводили в соответствии с ТУ 14-1-3023 [3,4], разработанными в свое время УКРНИИМетом. При этом показатели механических свойств должны быть больше заданного нормативного уровня λ на величину Δ , которая гарантирует уровень свойств в поставляемом прокате с доверительной вероятностью не ниже 0,95. Величина Δ табулирована и определяется в зависимости от значений среднеквадратического отклонения выборки σ , среднеквадратического отклонения внутри партии σ_0 , разности h между средним значением \bar{x} выборки и нормативным λ и количеством образцов, подвергаемых механическим испытаниям на растяжение.

Исходный массив данных, необходимых для исследования, выбирали из журналов производства. Полученные данные использовали для решения задачи множественного регрессионного анализа с целью минимизации выражения

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \sigma_{Buz} F_{uz} + \sigma_{Bzag} \sum_{i=1}^n F_{nl} &\geq \sigma_{B\ TУ} F_{zag}; \\ \sum_{i=1}^n \sigma_{Tuz} F_{uz} + \sigma_{Tzag} \sum_{i=1}^n F_{nl} &\geq \sigma_{T\ TУ} F_{zag}; \\ \sum_{i=1}^n \delta_{5uz} F_{uz} + \delta_{5zag} \sum_{i=1}^n F_{nl} &\geq \delta_{5\ TУ} F_{zag}, \end{aligned}$$

где F_{zag}, F_{uz}, F_{nl} – площадь заготовки, мест изгиба и плоских элементов гнутого профиля соответственно; $\sigma_{Buz}, \sigma_{Tuz}, \delta_{5uz}$ – механические свойства в местах изгиба гнутого профиля; $\sigma_{Bzag}, \sigma_{Tzag}, \delta_{5zag}$ – значения механических свойств заготовки и плоских участков гнутого профиля; $\sigma_{B\ TУ}, \sigma_{T\ TУ}, \delta_{5\ TУ}$ – значения механических свойств по ТУ 14-1-3023 для соответствующей толщины и марки стали гнутого профиля.

Так как в процессе формовки гнутых профилей прочностные свойства практически всего поперечного сечения повышаются за счет упрочнения металла, прочностные свойства готовых гнутых профилей всегда будут отвечать требованиям ТУ 14-1-3023, если им соответствуют свойства исходной заготовки. Тогда как для соответствия пластических свойств профилей данным техническим условиям пластические свойства заготовки должны быть выше значений, указанных в ТУ 14-1-3023.

Необходимые пластические свойства исходной заготовки, гарантирующие пластические свойства поперечного сечения готового профиля

$$\delta_{5_{заг}} = k \left(\delta_{5_{ТУ}} F_{заг} - \sum_{i=1}^n \delta_{5_{из}} F_{из} \right) / \sum_{i=1}^n F_{пл},$$

где $k = 1 + 0,05(F_{заг}/F_{из})$ – коэффициент, учитывающий упрочнение прямолинейных элементов профиля до 5% и соотношение площади металла, деформируемого в местах изгиба ($F_{из}$), ко всей площади заготовки ($F_{пл}$).

Принимаем, что площади поперечного сечения заготовки в местах изгиба получают наибольшее упрочнение в процессе формовки, а прямолинейные участки профиля имеют свойства на уровне исходной заготовки. Ширина деформируемых участков в местах изгиба [6]

$$b = 0,327R_{cp} \frac{13,1 + S^2}{\sqrt[3]{R_g^2}},$$

где R_b – внутренний радиус места изгиба, мм; S – толщина заготовки, мм;

$R_{cp} = R_g + S/2$ – средний радиус в месте изгиба, мм.

Площадь деформированных участков профиля в местах изгиба

$$F_{из} = bS = 0,327R_{cp}S \left(13,1 + S^2 \right) / \sqrt[3]{R_g^2}.$$

Площадь прямолинейных участков

$$\sum F_{пл} = F_{заг} - \sum_{i=1}^n F_{из}.$$

Используя последнюю формулу, произвели расчет значений минимальных пластических свойств заготовки при производстве швеллеров. При этом для мест изгиба профилей из стали марки Ст3пс значения d_5 принимали на 13% ниже значений d_5 заготовки, а из стали марки 09Г2 – на 12% [7].

Результаты расчета представлены в табл. 1.

Сравнивая данные, полученные расчетным путем и при испытаниях, можно сделать вывод: для того, чтобы расчетные данные удовлетворяли требованиям ТУ 14-1-3023 (изменение 5) [3], значения $d_{5_{заг}}$ должны примерно на 8-12% превышать значения d_5 готовых профилей.

Анализируя значения механических характеристик, взятых из журналов производств, можно видеть, что прочностные характеристики листовой заготовки для профилирования из стали марок Ст3пс и 09Г2 имеют достаточно высокие значения. Их уровень зависит от толщины проката: с ее увеличением прочностные свойства снижаются. Так, средние значения предела текучести для проката из стали марки Ст3пс толщиной 3,0 мм составляют 301 Н/мм²; 8,0 мм – 259 Н/мм²; из стали марки 09Г2 толщиной 3,0 мм – 356 Н/мм²; 8,0 мм – 337 Н/мм². При увеличении толщины от 3,0 мм до 8,0 мм снижение σ_T составляет для Ст3пс 42 Н/мм²; для 09Г2 – 19 Н/мм².

Результаты замера твердости заготовки и гнутого швеллера из стали марки 09Г2 показаны на **рис. 1**, из которого видно, что изменение механических свойств при профилировании протекает интенсивнее для заготовки с более низкими прочностными свойствами в исходном состоянии.

Таблица 1

Расчетные минимальные значения d_5 заготовки при производстве и поставке гнутых швеллеров

Тип и размер профиля, мм	$d_{5заг}$, %	Тип и размер профиля, мм	$d_{5заг}$, %
Швеллер равнополочный из стали марки Ст3пс			
80x50x4,0	36,3	160x80x5,0	34,8
80x60x3,0	31,5	180x80x6,0	35,4
100x60x3,0	32,0	185x80x3,0	33,8
100x50x5,0	34,8	180x50x4,0	35,8
120x50x3,0	32,5	100x80x5,0	35,1
120x60x3,0	35,1	200x80x4,0	36,0
120x60x4,0	35,0	200x80x5,0	36,5
120x100x8,0	34,3	200x80x6,0	35,5
140x60x5,0	34,3	206x75x6,0	33,4
145x64x4,0	35,0	300x100x8,0	34,0
160x80x4,0	35,9	400x95x8,0	34,0
Швеллер равнополочный из стали марки 09Г2			
155x65x5,0	30,0	160x80x6,0	29,8
120x60x4,0	30,8	170x70x5,0	31,6
120x60x6,0	31,0	180x80x6,0	31,5
140x60x4,0	31,8	180x130x8,0	28,0
140x60x6,0	29,9	200x80x5,0	32,5
140x75x5,0	28,8	200x100x6,0	30,2
160x80x4,0	29,2	250x90x8,0	33,5
Швеллер неравнополочный из стали марки Ст3пс		Швеллер неравнополочный из стали марки 09Г2	
160x42x18x4,0	35,7	76x84x40x4,0	30,9
296x124x180x8,0	33,2	80x80x40x4,0	31,2
100x80x50x4,0	33,0	100x80x50x4,0	31,7

Среднее значение временного сопротивления разрыву для этих марок стали и указанных толщин также снижается с увеличением толщины: для Ст3пс – на 19 Н/мм²; 09Г2 – на 28 Н/мм². Откуда можно заключить, что подкат, поступающий в ЛПЦ-8, толщиной 3,0-5,0 мм имеет максимально возможные согласно нормативной документации значения механических характеристик, а для толщин 6,0-8,0 мм – минимально возможные.

Пределы изменения механических характеристик гнутых профилей рассчитывали с использованием статистических методов (табл. 2).

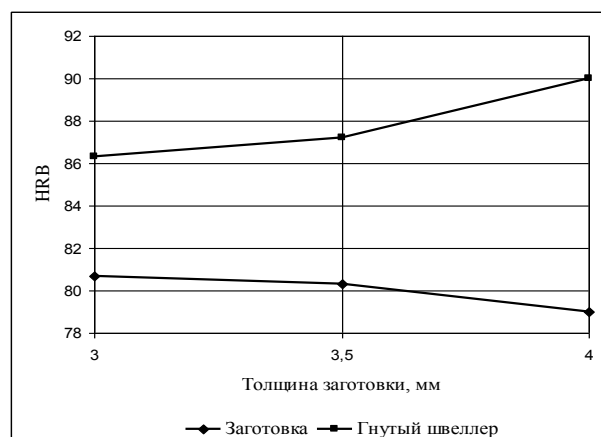


Рис. 1. Влияние толщины заготовки на изменение твердости при формовке гнутых швеллеров из стали марки 09Г2

Таблица 2

Пределы изменения механических характеристик

Показатель качества элемента гнутого профиля	Ст3пс / равнополочный швеллер	09Г2 / равнополочный швеллер	09Г2 / неравнополочный швеллер
σ_B , Н/мм ²			
- заготовки по НД*, не менее	370	450	-
- заготовки фактич.	422,8-451,3	436,5-463,0	-
- гнутого профиля	443,4-477,7	451,3-472,8	-
σ_T , Н/мм ²			
- заготовки по НД, не менее	235	315	315
- заготовки фактич.	270,8-296,3	315,0-338,4	296,3-324,7
- гнутого профиля	289,4-324,7	332,6-354,1	311,0-342,4
δ_5 , %			
- заготовки по НД, не менее	25	21	21
- заготовки фактич.	32,0-35,1	32,0 – 33,1	34,3 – 38,1
- гнутого профиля	29,5-32,0	30,9-31,8	33,2-36,9

*) - ТУ 14-1-3023

По результатам исследований были получены поправочные коэффициенты, позволяющие определить характеристики механических свойств готового гнутого

профиля по известным соответствующим характеристикам листовой заготовки (табл. 3).

Таблица 3

Поправочные коэффициенты

Марка стали / профиль	σ_B	σ_T	δ_5
Ст3пс / равнополочный швеллер	1,05-1,06	1,07-1,09	0,91-0,92
09Г2 / равнополочный швеллер	1,02-1,03	1,06-1,10	0,96-0,97
09Г2 / неравнополочный швеллер	-	1,05	0,97

Из табл. 2 видно, что в некоторых случаях фактические значения механических характеристик не удовлетворяют требованиям технических условий. Таким образом, чтобы данные гнутые профили удовлетворяли требованиям ТУ 14-1-3023, особенно для больших толщин, с целью управления качеством готовой продукции, необходимо более строго подходить к оценке характеристик механических свойств.

Ранее были получены экспериментальные данные по твердости (HRB) исходной заготовки [7] и готового профиля, которые представлены в табл. 4.

По согласованию с потребителем механические свойства готовых гнутых про-

филей определяют путем перемножения значений прочностных и пластических свойств заготовки (подката) на соответствующие поправочные коэффициенты.

Из табл. 4 видно, что твердость профиля из стали марки 09Г2 при профилировании возрастает на 14,9-28%, сталь марки Ст3пс упрочняется в большей степени, чем сталь марки 09Г2.

Нами собран статистический материал за пятилетний период в ЛПЦ-8 ОАО «ММК» по механическим свойствам при производстве равнополочного швеллера 50x50x4,0 мм из стали низколегированной марки 09Г2 (всего было отобрано 53 образца) [9].

Таблица 4

Механические характеристики исходной заготовки и готового профиля

Марка стали	Исходная заготовка	Готовый профиль			Поправочный коэффициент
	HRB	Наименование профиля	Размеры	HRB	
Зпс	70,9	Уголок	50x50x3,0	91,2	1,29
Зпс	71,0	Уголок	28x28x3,0	98,6	1,39
Зпс	75,2	Швеллер	100x40x3,0	97,8	1,30
Зпс	80,0	Уголок	50x50x3,0	91,9	1,15
09Г2	79,0	Швеллер	50x50x4,0	90,0	1,14
09Г2	80,7	Швеллер	67x65x35x3,0	86,3	1,07
09Г2	80,3	Швеллер	90x50x3,5	87,2	1,09

Из отобранных проб готового швеллера были нарезаны образцы для испытаний на растяжение и вырезаны элементы мест изгиба, которые также подвергли испытаниям на растяжение, в результате которых получили фактические данные механических свойств мест изгиба швеллеров и самих готовых швеллеров. При этом учитывали механические свойства заго-

товки, число мест изгиба и геометрические размеры получаемого профиля [10]. Рассчитывали статистические характеристики: математическое ожидание \bar{x} и доверительный интервал $\bar{x} \pm 3\sigma$.

Статистические данные результатов испытаний сведены в табл. 5.

Таблица 5

Фактические характеристики механических свойств гнутого швеллера 50x50x4,0 мм из стали марки 09Г2

Статистическая характеристика	σ_B , Н/мм ²	σ_T , Н/мм ²	δ_5 , %
Заготовка			
\bar{x}	461	372	52
σ	1,9	2,2	0,2
$\bar{x} \pm 3\sigma$	455,3-466,7	365,4-378,6	51,4-52,6
Место изгиба швеллера			
\bar{x}	621	584,6	36,1
σ	2,2	3,1	0,15
$\bar{x} \pm 3\sigma$	614,6-627,6	575,3-593,9	35,65-36,55
Уровень изменения свойств при профилировании в месте изгиба, %	31,7-37,8	52,0-62,5	40,6-47,55
Гнутый швеллер			
\bar{x}	485,3	401,5	48,9
σ	2,1	2,3	0,17
$\bar{x} \pm 3\sigma$	479,0-491,6	394,6-408,4	48,39-49,41
Уровень изменения механических свойств профиля, %, по отношению:			
- к месту изгиба	25,0-31,0	40,9-50,5	32,4-38,6
- к заготовке	2,6-8,0	4,2-11,8	4,0-8,7

Из табл. 5 видно, что для гнутого швеллера в целом из стали марки 09Г2 σ_T в 1,41-1,51 раза ниже, σ_B – в 1,25-1,31 раза ниже, δ_5 – в 1,32-1,39 раза выше, чем эти же характеристики в местах изгиба данного профиля.

Экспериментальное исследование механических свойств гнутого швеллера 50x50x4,0 мм из стали марки 09Г2 показало, что при профилировании происходит несколько большее изменение значений свойств, чем показывают расчеты: прочностные свойства выросли в общем случае на 2,6-11,8%, а пластические – снизились на 4,0-8,7% по сравнению с заготовкой, что, конечно же, необходимо учитывать как при производстве, так и при эксплуатации гнутых профилей.

Список литературы

1. Перспективы развития производства гнутых профилей в условиях ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» / Н.Г. Шемшурова, Н.М. Локотунина, В.Г. Антипанов и др. // Вестник МГТУ им. Г.И.Носова. – 2005. – №3 (11). – С.58-61.
2. ГОСТ Р ИСО 9004-2010. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации: Национальный стандарт РФ. – М.: Стандартиформ, 2011.
3. ТУ 14-1-3023-80. Производство и поставка гнутых профилей с гарантированным уровнем механических свойств, дифференцированных по группам прочности. – Харьков: УКРНИИМЕТ, 1980.
4. Пути повышения потребительских свойств гнутых профилей, производимых в ОАО «ММК»: уч. пособие / Н.Г. Шемшурова, Н.М. Локотунина, В.Г. Антипанов, В.Л. Корнилов. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2006. – 99 с.
5. Определение механических свойств сортового проката без испытания образцов / М.М.Ильченко, Ю.Н.Алексеев, И.В.Трофимов и др. // Сталь. – 1972. – №2. – С. 526-528.
6. Применение статистического контроля механических свойств сортового проката / Н.Г.Бочков, Ю.Н.Алексеев, И.В.Трофимов и др. // Сталь. – 1975. – №2. – С. 134-137.
7. Шемшурова Н.Г. Сортовые гнутые профили: Учеб. пособ. – Магнитогорск: МГМА, 1997. – 102 с.
8. Производство гнутых профилей на Магнитогорском меткомбинате / В.Ф. Рашников,

М.Ф. Сафронов, В.Г. Антипанов, Н.Г. Шемшурова и др. – Магнитогорск: МГТУ, 1999. – 157 с.

9. Ионова О.В., Шемшурова Н.Г. Управление качеством сортовых гнутых профилей, производимых в ЛПЦ-7 ОАО «ММК» // Известия Челябинского научного центра: Журнал на электронных носителях. Раздел: Металлургические процессы и металлообработка. – 2006. – №1 (31). – С.41-44.

10. Ионова О.В., Шемшурова Н.Г. О формировании механических свойств в процессе производства холодногнутого профиля проката // Известия вузов. Черная металлургия. – 2007. – №4. – С. 68.

References

1. Development Prospects of roll-formed sections in conditions of "MMK" / N.G.Shemshurova, N.M.Lokotunina, V.G.Antippanov and other. // Vestnik MSTU. G.I.Nosova. - 2005. - №3 (11). - S.58-61.
2. GOST R ISO 9004-2010. Managing for the sustained success of the organization: National Standard of the Russian Federation. - M.: Standartinform, 2011.
3. TU 14-1-3023-80. Manufacture and supply of roll-formed sections with a warranty-ment level of mechanical properties, differentiated by strength group . - Kharkov: UKRNIIMET, 1980.
4. Ways to improve consumer properties of bent profiles, produced by JSC "MMK", Uch. Benefit / N.G.Shemshurova, N.M.Lokotunina, V.G.Antippanov, V.L.Kornilov. - Magnitogorsk: GOU VPO "MSTU", 2006. - 99 p.
5. Determination of the mechanical properties of long products without testing of samples / M.M.Ilchenko, Yu.N.Alekseev, I.V.Trofimov and other. // Steel. - 1972. - №2. - P. 526-528.
6. Application of statistical control of the mechanical properties of long products / N.G.Bochkov, Yu.N.Alekseev, I.V.Trofimov and other. // Steel. - 1975. - №2. - P. 134-137.
7. Shemshurova N.G. Varietal roll-formed sections: tutorial – Magnitogorsk: IANGV, 1997. - 102 p.
8. Production of roll-formed sections at the Magnitogorsk Metallurgical Plant / V.F.Rashnikov, M.F.Safronov, V.G.Antippanov, N.G.Shemshurova and other. - Magnitogorsk: MSTU, 1999. - 157 p.
9. Ionova O.V., Shemshurova N.G. Quality management of varietal roll-formed sections produced in LPC-7 OJSC "MMK" // Proceedings of the Chelyabinsk Scientific Centre: Journal in electronic form. Section: Metallurgical processes and metal-working. - 2006. - №1 (31). - C.41-44.
10. Ionova O.V., Shemshurova N.G. On the formation of the mechanical properties during the production of roll-formed sections // News of the universities. Ferrous metallurgy. - 2007. - №4. - P. 68.

УДК 621.771.25: 658.562.3

Саранча С.Ю., Левандовский С.А., Моллер А.Б.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РАСКРОЯ ПРОДУКЦИИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ СОРТОПРОКАТНОГО СТАНА

Аннотация. В современной промышленности всё большую роль играют информационные технологии (ИТ) - электронные системы проектирования, моделирования, системы управления производственными потоками, системы контроля и учета производственных ресурсов. Metallургическое производство не исключение. В сортопрокатных цехах metallургического производства существует задача, связанная с отгрузкой проката по мерным длинам. Из практики производства сортовых профилей простой формы известно, что более трети причин отбраковки продукции представляет собой немерная длина. Применение систем математического моделирования на основе использования современных ИТ способствует повышению эффективности решения подобной задачи. Обеспечение качества процесса технологии производства способствует получению качественной металлопродукции. Решенная в процессе исследования задача формирования качественного процесса раскроя для производства сортопрокатной продукции сегодня находит развитие в разработке аналогичного решения относительно фланцевых профилей.

Ключевые слова: немерная длина, незаказная длина, немера, немерный остаток, мерная длина, раскрой, варьирование площади поперечного сечения готовой продукции, сокращение потерь металла, повышение эффективности сортопрокатного производства, варьирование межвалкового зазора, информационные технологии, оптимизация технологии раскроя, сортопрокатное производство, качество процессов, качество раскроя, эффективность процессов, коэффициент выхода годного.

На сегодняшний день проблемы качества и эффективности являются весьма актуальными, особенно в свете проблемы энергосбережения. Само же понятие качества стоит понимать не только как качество материала или продукции, а более обширно - стандарт ИСО 9000 включает в определение данного термина еще и качество процесса или управления.

Современные рыночные условия требуют от сортопрокатного производства сдачи готовой продукции как в бунтах, так и мерными длинами, что ставит перед сортопрокатным производством весьма сложную задачу, а именно, задачу раскроя полосы на мерные длины с минимальным количеством брака, учитывая необходимость предварительного разделения раската для его размещения на холодильнике. В процессе раскроя полосы на мерные длины образуется немерный остаток - продукция, не соответствующая заказной длине, то есть по сути являющаяся браком.

Качество раскроя зависит от эффективности алгоритма раскроя. Фактически

существует несколько способов решающих задачу раскроя - например, способ бесконечной прокатки. Авторы статей [1-4] рассматривают 6 различных способов решения данной задачи. На основе проведенных исследований, авторы заключают, что метод варьирования площади поперечного сечения готовой продукции в пределах допустимых значений (далее Метод) является самым недорогим и универсальным.

В ходе исследований [5] было выяснено, что немерная длина в сортопрокатном производстве является наиболее весомым видом брака (**рис. 1**).

Диаграмма Парето показывает, что устранение брака "раскрой" (немерная длина) позволяет сократить практически на 50% количество брака в сортовом переделе.

К раскрою и связанной с ним мерной продукцией накладываются определенные требования к качеству, так например: внешними факторами являются требования заказчика к качеству в виде мерной длины и требования к качеству продукции

на законодательном уровне, то есть соответствие ГОСТ.

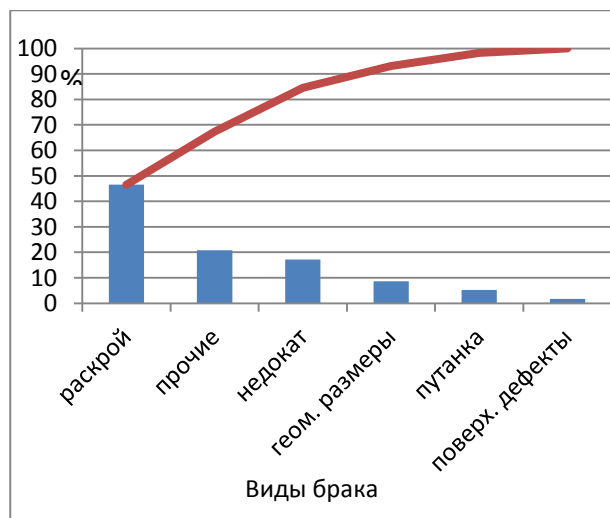


Рис.1. Долевое распределение дефектов

Для прутковой и арматурной продукции это ГОСТ 2590-88 и ГОСТ 5781-82 соответственно. Внутренним фактором является эффективность алгоритма раскроя. Влияние внутренних и внешних факторов можно изобразить схематично (рис. 2).

Стандарт ИСО определяет не только качество процесса, но и его эффективность. Стандарт ИСО 9000:2000 определяет эффективность как соотношение дос-

тигнутых результатов и использованных ресурсов.

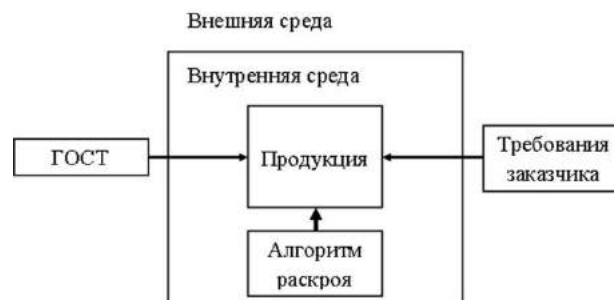


Рис.2. Влияние внешних и внутренних факторов на продукцию

То есть, фактически речь идет о коэффициенте выхода годного. Таким образом, коэффициент выхода годного является показателем эффективности процесса раскроя, что в свою очередь является его качеством.

Для выявления наиболее значащих факторов, влияющих на коэффициент выхода годного, была построена диаграмма Исикавы (рис. 3).



Рис.3. Диаграмма Исикавы

Как показано на рисунке, наиболее значимыми факторами являются: эффективность алгоритма раскроя, масса заготовки, износ валков, точность выставления упора и точность выставления межвалкового зазора. В соответствии с этими требованиями было написано ПО для ЭВМ, которое учитывает все основные факторы [6].

Существуют следующие этапы спирали качества, предложенные Джураном [7], которая включает 14 этапов: 1- исследование рынка, 2- разработка проектного задания, 3- НИОКР, 4- составление ТУ, 5- технологическая подготовка производства, 6- материально-техническое снабжение, 7- изготовление инструмента, приспособлений, 8- производство, 9- контроль производственного процесса, 10- контроль готовой продукции, 11- испытание продукции, 12- сбыт, 13- техническое обслуживание, 14- исследование рынка.

На данный момент представленный алгоритм раскроя сортопрокатной металлопродукции прошел все 14 стадий: был исследован рынок и спрос на мерную продукцию, эффективное производство которой связано с задачей оптимального раскроя. Была проведена НИОКР на ОАО "Магнитогорский металлургический комбинат". Было произведено опытное производство и необходимые измерения с оценкой качества продукции. В результате продукция соответствовала и требованиям заказчика, и требованиям стандартов. Был налажен выпуск продукции по согласно новой технологической схеме. Таким образом, Метод и ПО смогли обеспечить непрерывное повышение качества и эффективности производства.

В рамках НИОКР было выяснено, что в среднем выход годного повышается с 96 до 98%, а в некоторых случаях - на крупном профиле - с 90 до 98% [2,3].

В развитие данного направления был проведен очередной анализ рынка [1,4], который выявил достаточно высокий спрос на продукцию с фланцевыми профилями сечения. Можно сделать вывод о необходимости адаптации предложенной

технологии к производству фланцевых профилей.

Список литературы

1. Саранча С.Ю., Моллер А.Б., Новицкий Р.В. Немерная длина в сортопрокатном производстве и способы ее устранения. Калибровочное бюро. 2013. №2. С.48-55.
2. Саранча С.Ю., Моллер А.Б. Применение информационных технологий в металлургическом производстве: оптимизация технологии прокатки и раскроя готовой продукции в сортопрокатном производстве. Материалы 72-й Международной Научно-Технической Конференции «Актуальные проблемы современной науки, техники и образования». Том 1. УДК 621.771.25/26: 004.94. С.139-143.
3. Саранча С.Ю., Моллер А.Б., Левандовский С.А., Моллер Т.Ю. Повышение степени автоматизации сортопрокатного производства. Машиностроение: сетевой электронный научный журнал, 2014. Том 2, №3. С.51-54.
4. Модернизация сортопрокатного производства путем внедрения информационных технологий: решение проблемы кратности раскроя / С.Ю. Саранча., А.Б. Моллер. // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: Международный сборник научных трудов. Выпуск 20. Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2014. С. 61-70.
5. Моллер А.Б., Тулупов О.Н., Левандовский С.А., Кинзин Д.И., Ручинская Н.А., Саранча С.Ю., Гущина М.С., Найденева А.В., Елесина В.В., Кулакова А.Е. Отчет о НИР/НИОКР, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Финансирующая организация: ОАО «ММК», 2013г. Номер государственной регистрации: 01201366941, УДК: 621.771.25/26.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013619897 /Раскрой продукции сортопрокатных станков / Саранча С.Ю., Моллер А.Б., Кинзин Д.И., Новицкий Р.В. // ОБПБТ. 2013 № 2013619897
7. Joseph M. Juran, Juran's quality handbook. The McGraw-Hill Companies. ISBN 0-07-034003-X

References

1. Sarancha S.Y., Moller A.B., Novickiy R.V. Nemernaya dlina v sortoprokatnom proizvodstve i sposoby ee ustraneniya. Kalibrovocnoe byuro. 2013. №2. S.48-55.
2. Sarancha S.Y., Moller A.B. Primenenie informacionnyh tehnologiy v metallurgicheskom proizvodstve: optimizaciya tehnologii prokatki i raskroya gotovoy produkci v sortoprokatnom proizvodstve. Materialy 72-y Mejdunarodnoy Nauchno-Tehnicheskoy Konferencii «Aktual'nye problemy sovremennoy nauki, tehniki i obrazovaniya». Tom 1. UDK 621.771.25/26: 004.94. S.139-143.
3. Sarancha S.Y., Moller A.B., Levandovskiy S.A., Moller T.Yu. Povyshenie stepeni avtomatizacii

sortoprokatnogo proizvodstva. Mashinostroenie: setevoy elektronnyy nauchnyy jurnal, 2014. Tom 2, №3. S.51-54.

4. Sarancha S.Y., Moller A.B.. Modernizaciya sortoprokatnogo proizvodstva putem vnedreniya informacionnyh tehnologiy: reshenie problemy kratnosti raskroya. Modelirovanie i razvitie processov obrabotki metallov davleniem: Mejdunarodnyy sbornik nauchnyh trudov. Vypusk 20. Magnitogorsk: FGBOU VPO «MGTU», 2014. S. 61-70.

5. Moller A.B., Tulupov O.N., Levandovskiy S.A., Kinzin D.I., Ruchinskaya N.A., Sarancha S.Y., Guschina M.S., Naydenova A.V., Elesina V.V., Kulakova A.E. Otchet o NIR/NIOKR, Magnitogorskiy

gosudarstvennyy tehnicheskiy universitet im. G.I. Nosova, Finansiruyuschaya organizaciya: OAO «MMK», 2013g. Nomer gosudarstvennoy registracii: 01201366941, UDK: 621.771.25/26.

6. Sarancha S.Y., Moller A.B., Kinzin D.I., Novickiy R.V. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registracii programmy dlya EVM №2013619897. Raskroy produkcii sortoprokatnyh stanov. OBPBT. 2013 № 2013619897.

7. Joseph M. Juran, Juran's quality handbook. The McGraw-Hill Companies. ISBN 0-07-034003-X7. Joseph M. Juran, Juran's quality handbook. The McGraw-Hill Companies. ISBN 0-07-034003-X

ANNOTATION

UDC 621.771

Gun G.S. INNOVATIVE DECISIONS IN METAL PROCESSING (scientific review)

Abstract. Overview of main scientific trends and theoretical results one of the leading departments in Russia – mechanical and metallurgical process engineering department of Nosov Magnitogorsk state technical university is presented.

Keywords: quality, material forming process, metalware production, system approach, innovative methods.

UDC 62-791.2:62-791.4

Osipova E.V., Mezin I.Yu. DEVELOPMENT OF CONTROLLING PROCESSES AND ENERGY RESOURCE REGISTRATIONS ON METALLURGICAL FACTORY

Abstract. The information, which characterize steps of development and improving system of energy resource registration on the metallurgical factory, are presented. The aim of improving is increasing efficiency of working with information, which was received from devices and instruments of recording. It means that the speed of processing, sending and data analysis will be increased, and number of personnel and work content during the whole process of recording will be also decreased. One of the tendencies of developing this system are forming a technical task for creating a special technical workstation for an optimization of process of keeping and processing data, and its realization and adaptation in the business-processes of the factory.

Keywords: metallurgical factory, metrological assurance, energy resource, information, devices of control and recording.

UDC 621.7

Mikhailovsy I.A., Gun E.I. TECHNOLOGICAL RISKS ASSESSMENT DURING QUALITY ANALYSIS BY HIERARCHICAL DECOMPOSITION OF THE QUALITY

Abstract. One of the effective ways to achieve the required product quality is control and management of its key design parameters during the process of its production. Currently widespread QFD-method, as the most effective tool for choosing key design parameters in terms of the final product quality, does not take into account the technological feasibility of the considered design parameters, thus reducing method's accuracy. In this article a brief description is given of critical characteristics determination method, which is based on the principle of decomposition of the quality down to the level of used technological processes (or to the level of specific process parameters), which differs from the classical Quality Function Deployment method by hierarchical principle of interrelation description between quality parameters, product's characteristics and technological processes used. Besides, proposed method takes into account the stability and reproducibility of the technological processes used and associated technological risks while choosing critical design parameters on technological process design phase.

Keywords: hierarchical decomposition of the quality, critical characteristics, Analytic Hierarchy Process

UDC 621. 771

Guryanov G.N., Zuev B.M., Egorov E.D. THE SOLUTION OF COMPLEX TECHNOLOGICAL TASKS METALWARE PRODUCTION WITH THE CREATION OF A COMPETITIVE ROPES IN NORTHERN STYLE

Abstract. Given the research and applied problems that have been solved by employees of the Institute of hardware industry (VNIImetiz, Mr. Magnitogorsk) in the development process of production of wires and ropes for northern

Keywords: wire, rope, drawing, quality, chemical composition of steels, gladstonos, strength, elasticity, fatigue endurance, testing methods, optimization of modes of drawing.

UDC 006.013 : 621.778

Naizabekov A. B., Gun G.S., Danilova Y. V., Polyakova M. A. GENERAL AND SPECIFIC IN STANDARDIZATION SYSTEMS OF RUSSIA AND KAZAKHSTAN: COMPARATIVE ANALYSIS

Abstract. Important issue of standardization development at present time is careful study of the standardization systems in different countries, identify their characteristics, similarities and differences, development trends, comparative analysis of international experience and traditions. The object of comparative study is not only to study and understand the general characteristics of standardization national systems, but also the desire to perceive the main achievements in this field. A brief historical overview of standardization system in Kazakhstan Republic is outlined. The characteristic features of the standardization system formation in Kazakhstan Republic and the Russian Federation are analyzed. The analysis of existing normative documents, the order and terms of their development in these countries is carried out. It is noted that standardization systems are built on four basic principles: consensus, involvement of all interested sides, balance of interests, openness and transparency. In spite of substantial similarity in the formal principles there is clear difference at working practices of standardization in the Russian Federation and Kazakhstan Republic. First of all it refers to kinds of normative documents.

Keywords: Standardization, comparative analysis, normative and technical documents, national standard, pre standard, standard of consortium, nongovernmental standard, principles of standardization.

UDC 621. 771

Guryanov G.N., Smirnov S.V., Zuev B.M. THE INFLUENCE OF METHODS OF HARDENING OF PRECIPITATION HARDENING ALLOY EP-U ON THE BASIC PARAMETERS OF QUALITY OF THE WIRE SPRINGS

Abstract. Combination of the deformation peening at dragging with subsequent heat treatment of alloy in wire springs from vysokoprochnogo dispersible - hardening alloy of EP – 543U (KHn40MDTyu) provides high stability of geometrical parameters of springs. Quality of cylindrical wire springs of compression after a dynamic senescence is higher, than after a static senescence.

Keywords: wire, dragging, springs, methods of work-hardening, deformation, heat treatment, durability, plasticity, quality.

UDC 621.778.011

Zhelezkov O.S., Mukhametzyanov I.S., Malakanov S. A. INFLUENCE SCHEMES AND MODES OF DEFORMATION ON THE QUALITY OF THE TRAPEZOIDAL WIRE

Abstract. Using the finite element method, performed computer simulations of the trapezoidal wire drawing according to GOST 11850-72. Modeled three choices of technology: drawing with the use of either monolithic dies, The four-wire and two sliding dies. The diameter of the initial preform of circular cross section ranged 12÷ 14 mm. The best filling angles profile occurs when two sliding dies.

Keywords: Spring washers, wire trapezoidal monolithic portages The four-portage, two two-roller wire, finite element method, the corner radius of the profile.

UDC 621.778.8

Morozov N.P., Zhelezkov O.S., Malakanov S. A. IMPROVING THE QUALITY OF TERMINAL BOLTS BY IMPROVING THE PROCESS OF CUTTING THE EDGES OF THE HEAD

Abstract. The paper discusses the steps in the process cutting edges heads terminal bolts. Noted the poor quality of products due to chipping and burrs on the edges of the support surface and due to the lack of full contact with the spherical surface of the billet cutting tool. The proposed rational technology and design of the tool, which eliminate chipping and burrs on the bearing surface of the head.

Keywords: terminal bolts, cutting, cutting tool, quality bolt heads

UDC 621.771.016.3

Limarev A.S., Markvart T.Y. IMPROVING THE QUALITY INDICATORS OF THE SURFACE OF AUTOMOTIVE SHEET

Abstract. The article analyzes the influence of the quality indicators of surface quality of automotive sheet on the condition of its coverage, identified the main parameters that determine the adhesion properties of the metal, as well as proposed activities for the provision of specified roughness in the production of automotive sheet steel.

Keywords: automotive sheet steel, surface roughness, surface quality

UDC 006.013 : 621.778

Pesin A.M., Yakobson Z.V., Baskakova N.T. CONCEPTUAL APPROACH TO QUALITY MANAGEMENT PROCESS OF THE HOLDING COMPANY

Abstract. The paper presents results of research on optimization and systematization of management and development trends of its quality

Keywords: theory of constraints, Quality Management System, the concept of effective control, the parent company, subsidiaries, holding, sustainable development

UDC 621.778

Rubin G.Sh., Kasatkina E.G.

Abstract. To assess the quality of individual indicators the qualimetry usually used linear dependencies. It is not enough to determine a complete and accurate kind dependence of assessment and the properties indicator which assessed.

The article defines the exact requirements for the characteristic of this evaluation. A mathematical model of dependence that has the chart as an S-curve and satisfies the requirements set forth. The linear approximation of dependence which developed proposed.

Keywords: qualimetry, quality assessment, elementary quality indicator.

UDC 521.771.63

Shemshurova N.G. ON THE DETERMINATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF ROLLED FORMED SECTIONS

Abstract. The studies on the forecast of the mechanical properties of cold-formed profiles, if known characteristics of rolled sheet.

Keywords: Technique of UKRNIIMET, roll-formed sections, sheet products, strain hardening, mechanical properties, quality assessment, statistical processing

UDC 621.771.25: 658.562.3

Sarancha S.Y., Levandovskiy S.A., Moller A.B. INFORMATION TECHNOLOGY AS A QUALITY MANAGEMENT TOOL CUTTING PRODUCTS AND EFFICIENT SECTION ROLLING MILL

Abstract. In modern industry information technology and electronic system design, simulation, control systems, production flows, systems of control and accounting of production resources are playing a growing role. Metallurgical production isn't an exception too. There is a task in the section and long product rolling companies associated with the shipment of finishing product by gage lengths. From the experience of production long product with a simple shape it is known that over a third of the cases of rejection of products is off-gage length. The application of mathematical modeling based on the use of modern information technologies contributes to the efficiency of solving such problems. And off course the control of manufacturing process quality is provide the high quality of metallurgical products. Solved the research task of creating a high-quality cutting process for producing long rolling products today if the base to start development of the similar decisions on the flanged profiles.

Keywords: off-gage length, not custom length, off-gage balance, measuring length, cut, varying cross-sectional area of the finished product, reducing metal losses, increasing efficiency of the rolling production, variation of the roll gap, information technologies, optimization technology of the cutting, section-rolling production, quality of the process, yield ratio, effectiveness.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Баскакова Надежда Тимофеевна - кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмента ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», направление исследований: планирование ремонтов металлургического оборудования, производственная логистика тел. 8(3519)-23-04-28, Email: baskakovant@bk.ru

Гун Геннадий Семенович – доктор технических наук, профессор, советник ректора, профессор кафедры машиностроительных и металлургических технологий ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 455000 г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38 ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». Раб. тел. 8(3519) 29-84-05; E-mail: mgtu@magtu.ru.

Гун Евгений Игоревич – аспирант; ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный университет им. Г.И. Носова», кафедра технологий, сертификации и сервиса автомобилей; +7 902 607 71 70; ура_gun@mail.ru.

Гурьянов Геннадий Николаевич – ОАО «НИИМетиз», г. Магнитогорск, старший научный сотрудник. E-mail: ggnbelorhoum@rambler.ru.

Данилова Юлия Владимировна – аспирантка, кафедра машиностроительных и металлургических технологий, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск. Тел.: (3519) 29-84-81. E-mail: j.v.danilova@inbox.ru

Егоров Владимир Дмитриевич – к.т.н., ОАО «НИИМетиз», г. Магнитогорск, старший научный сотрудник. E-mail: ggnbelorhoum@rambler.ru.

Железков Олег Сергеевич – д.т.н., проф. каф. ТМиСМ, МГТУ, тел. 29-84-27, E-mail: ferumoff@mail.ru

Зуев Борис Михайлович - ОАО «НИИМетиз», г. Магнитогорск, зам. директора. E-mail: ggnbelorhoum@rambler.ru.

Касаткина Елена Геннадьевна - доцент, канд. техн. наук каф. ТССА, ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова». тел. 29-84-31; E-mail: tssa@mail.ru

Левандовский Сергей Анатольевич - доцент кафедры ОМД ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», канд. техн. Наук, телефон – 8 (908) 586-48-76, электронная почта – levandovskiy@mail.ru

Лимарев Александр Сергеевич – канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологий, сертификации и сервиса автомобилей» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». E-mail: aslimarev@mail.ru.

Малаканов Сергей Александрович – кандидат технических наук, начальник отдела мониторинга стратегического развития, ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», тел.: 8(3519)29-84-43. E-mail: samalakanov@mail.ru.

Маркварт Татьяна Юрьевна - Магистрант гр. ТСМ-12, каф. ТССА, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова», тел. (3519) 29-84-31.

Мезин Игорь Юрьевич - д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». E-mail: meziniy1@mail.ru.

Моллер Александр Борисович - профессор кафедры ОМД ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», д-р. техн. Наук, телефон –8 (904) 810-96-29, электронная почта – moller@hotmail.ru

Морозов Никита Павлович – аспирант кафедры «Теоретическая механика и сопротивление материалов», ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», тел.: 25-71-17.

Михайловский Игорь Александрович - д.т.н.; доцент; ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный университет им. Г.И. Носова, кафедра технологий, сертификации и сервиса автомобилей, тел. 29-84-31; E-mail: mikhailovsky@yandex.ru.

Мухаметзянов Ильдар Шамилович – аспирант каф. ТМиСМ, МГТУ, тел. 89514614266, E-mail: ildarik-777@mail.ru.

Найзабеков Абдрахман Батырбекович – академик, доктор технических наук, профессор, ректор Рудненского индустриального института, Республика Казахстан, E-mail: restor@rii.kz.

Осипова Екатерина Валерьевна - Магистрант гр. ТСМ-12, каф. ТССА, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова», тел. (3519) 29-84-31.

Песин Александр Моисеевич - профессор кафедры обработки металлов давлением, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», направление исследований: развитие процессов обработки металлов давлением, производственная логистика, тел. 8-3519063056, Email: pesin@bk.ru

Полякова Марина Андреевна - доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры машиностроительных и металлургических технологий, ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38. Тел.: (3519) 29-84-81. E-mail: m.polyakova-64@mail.ru.

Рубин Геннадий Шмульевич – канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». E-mail: rubin@mgn.ru.

Саранча Сергей Юрьевич - аспирант кафедры ОМД ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», телефон – 8 (961) 578-72-02, электронная почта – science.mgn@gmail.com

Смирнов Сергей Витальевич - д. т. н, зам. директора, Институт машиноведения УрО РАН, 620219 г. Екатеринбург. Ул. Комсомольская 34. Раб тел. (343) - 374-40-76, E-mail: svsv@imach,uran.ru

Шемшурова Нина Георгиевна – канд. техн. наук, профессор кафедры «Обработка металлов давлением» ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». E-mail: ybitut85@mail.ru.

Якобсон Зинаида Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмента ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», направление исследований: стратегический менеджмент, производственная логистика тел. 89068541157, Email: yakobson@bk.ru

THE INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Baskakova Nadezda Timofeevna – candidate of technical sciences, associate professor at the chair of Management of Nosov Magnitogorsk State Technical University. Tel.: +79634767771 email: baskakovant@bk.ru

Danilova Yulia Vladimirovna - post graduate student of Mechanical and Metallurgical Process Engineering Department, FSBEI HPE «Nosov Magnitogorsk state technical university». 38 Lenin Avenue, Magnitogorsk, 455000 Russia. Tel.: (3519) 29-84-81; E-mail: j.v.danilova@inbox.ru.

Egorov Vladimir Dmitrievich – cand. of technical sciences, Senior Researcher of JSC «NIIMETIZ», Magnitogorsk. E-mail: ggnbelorhoum@rambler.ru.

Gun Gennadij Semenovich - D.Sc. in technology, Professor, The Rector Adviser, professor of the Mechanical and Metallurgical Process Engineering Department, FSBEI HPE «Nosov Magnitogorsk state technical university». 38 Lenin Avenue, Magnitogorsk, 455000 Russia. Tel.: (3519) 29-84-81, E-mail: mgtu@magtu.ru.

Gun Evgeny Igorevich; postgraduate student; Nosov Magnitogorsk State Technical University, department of vehicle technology, certification and service; +7 902 607 71 70; E-mail: ypa_gun@mail.ru.

Gurjanov Gennadij Nikolaevich - Senior Researcher of JSC «NIIMETIZ», Magnitogorsk. E-mail: ggnbelorhoum@rambler.ru.

Kasatkina Elena Gennadijevna - Assoc. Prof., Ph.D. of the Department "Technology, certification and service vehicles", Nosov Magnitogorsk State Technical University, tel. 29-84-31, E-mail: tssa@mail.ru.

Levandovskiy Sergey Anatolevich - cand. of technical sciences, associate professor of “Metal forming” department at the State Educational Institution of Higher Professional Education “Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov”, cell phone: 8 (908) 586-48-76, e-mail: levandovskiy@mail.ru

Limarev Aleksandr Sergeevich - Ph.D., Assoc. Prof. of the Department "Technology, certification and service vehicles", Nosov Magnitogorsk State Technical University. E-mail: aslimarev@mail.ru.

Malakhanov Sergey Alexandrovich - Candidate of technical Sciences, head of Monitoring department of strategic development, Nosov Magnitogorsk State Technical University. Phone: 8(3519)29-84-43. E-mail: samalakanov@mail.ru.

Markvart Tatyana Yurevna – master TSMa-12, of the Department "Technology, certification and service vehicles", Nosov Magnitogorsk State Technical University. Phone: 8(3519)29-84-31.

Mezin Igor Jurevich - Prof., Dr. Sc., Nosov Magnitogorsk State Technical University. Phone: 8(3519)29-84-31. E-mail: mezin1@mail.ru.

Moller Aleksandr Borisovich - doc. of technical sciences, professor of “Metal forming” department at the State Educational Institution of Higher Professional Education “Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov”, cell phone: 8 (904) 810-96-29, e-mail: moller@hotmail.ru

Morozov Nikita Pavlovich - graduate student, of the Department of Theoretical mechanics and resistance of materials, Nosov Magnitogorsk State Technical University. Phone: 8(3519) 25-71-17.

Mikhailovsky Igor Aleksandrovich - Doctor of Science; Associate Professor; Nosov Magnitogorsk State Technical University, department of vehicle technology, certification and service; E-mail: i-mikhailovsky@yandex.ru.

Mukhametzyanov Ildar Shamilijvich - graduate student of Department. TMiSM, MGTUNosov, tel.89514614266, E-mail: ildarik-777@mail.ru.

Naizabekov Andrahman Batyrbekovich – akademitian, D.Sc. in technology, Professor, The Rector of Rudnii industrial institute, E-mail: rector@rii.kz.

Osipova Ekaterina Valerijevna - master TSMa-12, of the Department "Technology, certification and service vehicles", Nosov Magnitogorsk State Technical University. Phone: 8(3519)29-84-31.

Pesin Aleksandr Moiseevich - D. Sc., professor, Metal Forming chair, Nosov Magnitogorsk State Technical University. Tel.: +73519063056, email: pesin@bk.ru.

Polyakova Marina Andreevna, the associate professor, candidate of science (technology), associate professor of Mechanical and Metallurgical Process Engineering Department, FSBEI HPE «Nosov Magnitogorsk state technical university». 38 Lenin Avenue, Magnitogorsk, 455000 Russia. Tel.: (3519) 29-84-81; E-mail: m.polyakova-64@mail.ru.

Rubin Gennadij Shmulevich - Assoc. Prof., Ph.D., Nosov Magnitogorsk State Technical University. E-mail: rubin@mgn.ru.

Sarancha Sergey Yur'evich - postgraduate of “Metal forming” department at the State Educational Institution of Higher Professional Education “Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov”, cell phone: 8 (961) 578-72-02, e-mail: science.mgn@gmail.com

Smirnov Sergey Vitajevich - Prof., D.Sc., deputy director of Institute of Engineering Science, 620219 Ekaterinburg. St. Komsomolskaya, 34. Phone: (343) - 374-40-76, E-mail: svsv@imach,uran.ru

Shemshurova Nina Georgievna - Ph.D., Professor. Professor of "Metal Forming" HPE "Magnitogorsk State Technical University. GI Nosov". E-mail: ybitut85@mail.ru.

Jacobson Zinaida Vasilijevna - candidate of technical sciences, associate professor at the chair of Management of Nosov Magnitogorsk State Technical University. Tel.: +79068541157, Email: yakobson@bk.ru

Zhelezkov Oleg Strgeevich - Doctor of Technical Sciences, Prof. CAF. TMiSM, MGTUNosov, tel. 29-84-27, E-mail: ferumoff@mail.ru.

Zuev Boris Mihajlovich - deputy director of JSC « NIIMetiz », Magnitogorsk. E-mail: ggobelorhoum@rambler.ru.

ТРЕБОВАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ В НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «КАЧЕСТВО В ОБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ»

1. Рекомендуемый объем статьи – не более 8 страниц компьютерного набора в формате А4, **без нумерации страниц**.

Текст статьи, сведения об авторах, список литературы, аннотация, ключевые слова представляются в соответствии с требованиями к работам, направляемым в центральную печать, в виде файла, созданного средствами Microsoft Word, версией не выше 2007, и распечаткой на стандартных листах бумаги формата А4.

2. При наборе статьи **рекомендуются следующие установки:**

- шрифт – Times New Roman, размер основного текста 14 пт; межстрочный интервал - одинарный; абзацный отступ (красная строка) – 10 мм; перенос слов - автоматический.

Разметка страницы:

деление на колонки - не предусмотрено;

поля: верхнее, нижнее, левое, правое – 20 мм.

Формулы набираются в редакторе формул MS Equation и размещаются внутри текста. Каждая строка формулы – отдельным объектом. Основной размер в формулах – 14 со стандартными установками. В формулах также как в текстовом редакторе латинские символы набираются курсивом; цифры, греческие и русские символы, математические функции (sin, ln и т.п.) – прямого начертания.

В тексте статьи обязательны ссылки на все рисунки и таблицы. Ссылка на рисунки по тексту - (рис. 1); на таблицу – (табл. 1).

Рисунки должны быть четкими, предоставлять возможность однозначного прочтения всех размещенных элементов. Рисунки должны быть вставлены в текст в пределах его границ, допускать возможность их перемещения в тексте и возможность изменения размеров. Рисунки предоставлять в виде распечатки на стандартных листах бумаги формата А4 и дополнительно отдельным файлом в формате TIF, JPG с разрешением 300 dpi. В тексте статьи должны быть подрисовочные надписи в местах размещения рисунков. Например:

Рис. 1. Опытный болт крепления головки цилиндра

Таблицы должны быть пронумерованы и иметь названия. Пример оформления – Таблица 1 (в правый край листа). На следующей строке название таблицы (по центру).

3. К каждой статье прилагаются:

- **экспертное заключение, при наличии авторов сторонних организаций – разрешение на публикацию в открытой печати от руководства их предприятия на бланке с печатью;**

- **рецензия;**

- **сведения об авторах** (на русском и английском языках): фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, звание и должность, полное название учреждения, контактный телефон и адрес электронной почты каждого автора (всю информацию об авторе перечислить в одном абзаце).

- **аннотация** (на русском и английском языках) должна содержать актуальность, постановку проблемы и пути решения проблемы), количество слов – 50-100;

- **ключевые слова** (на русском и английском языках);

- **список литературы** (на русском и английском языках) оформляется по ГОСТ 7.1.

- **В начале статьи, на отдельной строке указывается код УДК**

Пример оформления статьи:

УДК...

Иванов М.В.,

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет»

[пустая строка]

**ВЫБОР ФУНКЦИЙ ПОРИСТОСТИ И РАСЧЕТ
ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ СРЕДЫ**

[пустая строка]

Текст статьи

Внимание! Публикация статей является бесплатной.

Статьи проходят обязательное научное рецензирование.

Редакция оставляет за собой право отклонять статьи, не отвечающие указанным требованиям.

По вопросам публикации статей обращаться: 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Тел.: (3519) 29-84-31

E-mail: tssa@magtu.ru