

Г.С. Гун

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТОГОРСКОГО ЦЕНТРА КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ (НАУЧНЫЙ ОБЗОР)*

В Магнитогорском государственном техническом университете им. Г.И. Носова (МГТУ) интенсивно развивается теория оценки и управления качеством в металлургии. Открыт центр качества, созданы специализированный факультет, филиал Академии проблем качества РФ, открыт и эффективно действует единственный в России диссертационный совет по специальности 05.02.23 – «Стандартизация и управление качеством продукции» в металлургии. Анализ результатов исследований в этой сфере и посвящен предлагаемый научный обзор [1 – 6].

Методология управления качеством. Концепции и подходы

В последнее десятилетие в мировой науке стала стремительно развиваться теория оценки и управления качеством продукции. Появилась новая наука – квалиметрия [7]. Оценкой и управлением качеством металлопродукции занимались В.Т. Жадан, Ю.П. Адлер, Л.А. Кузнецов, М.Б. Гитман, В.В. Бринза, А.Б. Найзабеков, В.Е. Громов, Э.А. Гарбер и многие другие ученые [8 – 10].

Но целостного методологического подхода к оценке и управлению качеством в известных работах сформулировано не было. Учеными Магнитогорского горно-металлургического института им. Г.И. Носова (в настоящее время МГТУ им. Г.И. Носова) впервые предложена в 1978 г. теория квалиметрии металлургии [11, 12].

Магнитогорской научной школой разработана теория оценки качества (сначала на примере производства высокоточных профилей).

Основные положения предложенной методологии использованы и внедрены при оптимизации технологических процессов на Череповецком сталепрокатном заводе, Магнитогорском металлургическом комбинате и ряде других предприятий металлургической отрасли [13 – 17]. С использованием аппарата формальной логики и принципов квалиметрии впервые разработана методология оценки качества металлопродукции с учетом качественного статуса единичных показателей качества (введены понятия – доминирующие и компенсируемые показатели) [18 – 24]. Выбрана и обоснована целевая функция комплексной оценки объекта (продукции, технологии), разработаны методы определения комплексных, интегральных и единичных оценок показателей качества с использованием аппарата механики сплошных сред.

В докторской диссертации [25], первой защищенной в совете Д 212.111.05 при МГТУ им. Г.И. Носова, и других работах [26, 27] Д.М. Закировым разработан методологический подход для изучения эффективности технологического процесса производства крепежа, основанный на представлении технологического процесса как операционной системы.

На основе системного подхода предложена схема иерархии свойств процесса изготовления крепежа как дерева с тремя ветвями: свойства исходной заготовки, свойства технологии и свойства готовой продукции. Разработана методика оценки единичных свойств технологических процессов изготовления крепежа, включающая применение гаммы зависимостей оценки от физических и организационно-экономических показателей. Предложенная гамма зависимостей учитывает различные варианты динамики связей и охватывает все исследуемые показатели.

Одним из ярких представителей магнитогорской научной школы управления качеством в металлургии является Г.Ш. Рубин [28 – 30]. Им разработана методология функционально-целевого анализа, сформулированы понятия и

* Работа подготовлена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках выполнения государственного задания Магнитогорскому государственному техническому университету им. Г.И. Носова № 11.1525.2014К от 18.07.2014 г., а также реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства, выполняемого с участием российского высшего учебного заведения (договор 02.G25.31.0040 от 11.02.2013 г.).

принципы функционально-целевого анализа как методологическая основа исследования структуры качества металлических изделий и технологических процессов их производства. Предложен комплекс требований к функциям свертки оценок качества, отражающий системный подход к исследованию и оценке качества метизов промышленного назначения и учитывающий эффект эмерджентности в системах. Применен процессный подход к оценке результативности технологических процессов производства метизов. Разработаны методы совершенствования технологических процессов, основанные на принципах нечеткого моделирования с целью получения заданного качества метизов, а также методы факторного анализа для повышения результативности технологического процесса. Разработаны понятия и методы локальной, глобальной и комплексной результативности многооперационного процесса производства, основанные на функциональном подходе к оценке технологического процесса, а также методы их оценки.

Получение всей необходимой для управления показателями качества продукции информации в структурно-сложных и многофакторных процессах обработки, характеризующихся действием наследственных связей между технологическими операциями, связано с большими сложностями, финансовыми и временными затратами. Это, в свою очередь, затрудняет установление четкого однозначного соответствия между параметрами управления процессами обработки и показателями качества металлических изделий.

В этих условиях существующие методы управления показателями качества продукции, основанные на детерминированных или случайно-вероятностных математических моделях, оказываются не вполне эффективными.

В трудах А.Г. Корчунова и его коллег [31 – 33] разработана концепция управления показателями качества металлических изделий в технологических процессах метизного производства, отличающаяся использованием математических моделей с элементами нечеткой логики при формализации взаимосвязи между параметрами процесса управления, более адекватно описывающими реальную ситуацию с учетом неполноты и нечеткости исходной информации. Предложены математические модели управления показателями качества металлических изделий в процессах обработки калиброванной стали, высокопрочной арматуры, железнодорожных пружинных клемм, отличающиеся использованием нечетких и лингвистических переменных при формировании условий

и заключений в логических правилах управления вида «если ..., то», позволяющие определять технологические режимы обработки, обеспечивающие получение заданного уровня показателей качества готовой продукции.

Под руководством И.Г. Гуна в Магнитогорске создан сначала мини-завод порошковой металлургии, а затем – одно из ведущих в России предприятий по производству автокомпонентов – НПО «Белмаг» [34, 35] как базовая кафедра МГТУ им. Г.И. Носова по отработке инновационных технологий для автопрома.

Проблема отсутствия для целого ряда металлоизделий методик оценки технологических процессов их производства с точки зрения требований стандарта ИСО/ТУ 16949, предъявляемых к автокомпонентам, негативно сказывается на конкурентоспособности металлургических и металлоперерабатывающих предприятий. Особенно актуальной эта проблема становится в настоящее время, когда на территории России расширяется присутствие иностранных автомобилестроительных компаний.

Одними из наиболее ответственных узлов автомобиля, качество которых практически полностью определяется уровнем металлоперерабатывающих процессов, являются шаровые шарниры передней подвески. Большинство показателей качества этих изделий формируется на стадии осуществления операций обработки металлов давлением при изготовлении их компонентов, а также создания сборочных соединений узлов.

Под руководством И.Г. Гуна специалисты И.А. Михайловский, В.В. Сальников, Ю.В. Калмыков, Д.С. Осипов, В.И. Куцепедик, В.И. Артюхин и другие разработали теорию оценки и управления качеством при производстве автокомпонентов с использованием металлургических процессов [36 – 50].

Сформирован и обоснован комплекс показателей качества шаровых шарниров, определяющих оценку результативности технологических процессов их производства. Разработана методология определения результативности производства шаровых шарниров, учитывающая показатель выхода несоответствующей продукции (ppm) по различным показателям качества изделий с учетом их весомости и позволяющая выявлять технологические операции, требующие приоритетного улучшения для повышения результативности.

Предложена методика проведения комбинированных испытаний шаровых шарниров для определения взаимосвязи между показателями качества изделий «циклическая долго-

вечность шарнира» и «гарантийный срок эксплуатации» на основе оценки изменения технического состояния узлов.

Создана модель формирования микронеровностей неполной сферической поверхности головок шаровых пальцев при планетарной обкатке, позволяющая обеспечить требуемый уровень качества по характеристикам шероховатости.

Установлены зависимости, характеризующие влияние технологических параметров процессов поверхностного пластического деформирования обкаткой на формирование показателя качества «высотные параметры шероховатости неполной сферической поверхности» основных компонентов шарниров – шаровых пальцев.

Создана комплексная математическая модель для процесса запрессовки шарнира и определения его показателя качества «усилие выдавливания шарового пальца из корпуса».

Учеными О.Н. Тулуповым, А.Б. Моллером и другими разработан пакет методик для управления качеством при сортовой прокатке, позволяющий развить процессный подход с применением структурно-матричного описания объектов и внедрить результаты на предприятиях металлургической отрасли [51 – 53].

Профессор А.М. Песин возглавил цикл работ по управлению качеством на основе теории ограничений [54, 55]. Профессор И.Ю. Мезин провел цикл работ по управлению и прогнозированию качества в процессах нанесения покрытий [56].

Необходимо отметить плодотворное сотрудничество магнитогорских ученых с пермскими специалистами под руководством профессора М.Б. Гитмана [57, 58]. В современных рыночных условиях для управления качеством продукции на металлургических предприятиях кроме традиционно используемых технических и технологических методов необходимо широкое применение организационных, экономических и социальных методов, соответствующих основным принципам TQM. Таким образом, разработка и внедрение на металлургических предприятиях инновационных методов управления качеством продукции, реализующих принципы TQM, являются актуальной научно-технической проблемой.

С.А. Федосеевым определены современные механизмы управления металлургическими предприятиями, реализующие такие принципы TQM, как ориентация на потребителя, лидерство руководителей, вовлечение работников, процессный подход, системный подход, по-

стоянное улучшение, принятие решений, основанных на фактах.

Для реализации таких принципов TQM, как лидерство руководителей, вовлечение работников и системный подход, предложена схема иерархии принятия решений металлургического предприятия, включающая три уровня управления (стратегический, тактический и оперативный) и отличающаяся наличием обратных связей между этими уровнями.

Разработан новый алгоритм структурной адаптации, учитывающий дополнительные ограничения, возникающие при переходе на нижележащие уровни управления в иерархии принятия решений, при минимальном отклонении от оптимальных значений показателей качества продукции.

Для реализации принципа TQM вовлечения работников на основе теории нечетких множеств предложен новый метод построения обобщенного (комплексного) критерия оптимальности, который более адекватно учитывает экспертные оценки значимости частных критериев оптимальности.

Для реализации принципов TQM ориентации на потребителя и повышения уровня качества металлопродукции по показателю своевременности поставки разработана математическая модель для формирования оптимального портфеля заказов на стратегическом уровне управления, отличающаяся возможностью учета нечетких ограничений и нескольких критериев оптимальности, в том числе критерия важности потребителей для предприятия.

Исследователями М.В. Чукиным и М.П. Барышниковым разработаны теоретические принципы оценки качества с учетом несплошности металла, а также оценки качества ультрадисперсных материалов, полученных в результате деформационных и тепловых воздействий [59 – 68]. Из работ последних лет следует отметить перспективные исследования Э.М. Голубчика и М.А. Поляковой. Э.М. Голубчиком разработана методология адаптивного управления качеством и принципы прогнозирования свойств конечной металлопродукции на разных технологических стадиях ее жизненного цикла в зависимости от требований стандартов и потребителей [69 – 71].

Предложена двухконтурная двухуровневая система адаптивного управления качеством продукции, реализующая возможности адаптации требований потребителей к показателям качества на заданном множестве технологических маршрутов и/или адаптации технологического маршрута к требованиям потребителя к показателям качества продукции.

Разработана методика принятия решений по организации технологического процесса, отличающаяся возможностью прогнозирования конечного уровня показателей качества металлопродукции на разных технологических стадиях ее жизненного цикла в многовариантных технологических системах.

М.А. Полякова с коллегами предложила новую теорию стандартизации продукции – протипологию [72, 73]. Разработана теория прогнозирования изменения показателей во времени на основе свойств S-образных кривых [74]. Предлагаемый технологией аппарат позволяет корректно прогнозировать динамику роста показателей качества с определением временных интервалов эффективности существования процесса.

Предложена методология определения результативности и эффективности процессов в соответствии с современными международными стандартами. Теория качества апробирована на широком сортаменте металлопродукции: листе, жести, канатах, проволоке, крепеже, гнутых профилях, прокатных валках, биметаллической продукции, платините и др. [75 – 91].

Выводы. В исследованиях магнитогорских ученых за последние четыре десятилетия разработана и широко апробирована теория оценки качества в металлургии. В соответствии с современными международными стандартами предложена методология определения результативности и эффективности процессов. Теория качества апробирована на широком сортаменте металлопродукции. Предложена и развивается новая наука – протипология.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Колокольцев В.М., Разинкина Е.М. Университетский комплекс: интеграция и непрерывность // Высшее образование в России. 2011. № 5. С. 3 – 10.
3. Колокольцев В.М., Разинкина Е.М., Глухова А.Ю. Подготовка квалифицированных кадров в условиях университетского комплекса // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 1-2. С. 615 – 618.
4. Гун Г.С. Достижения магнитогорских ученых в обработке материалов давлением

(научный обзор) // Обработка сплошных и слоистых материалов. 2015. № 1. С. 5 – 22.

5. Колокольцев В.М. Пять лет от аттестации до аттестации // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2008. № 1 (21). С. 5 – 11.

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

7. Чукин М.В., Колокольцев В.М., Гун Г.С., Салганик В.М., Платов С.И. Научная деятельность ГОУ ВПО «МГТУ» в условиях развития нанотехнологий // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2009. № 2 (26). С. 55 – 59.

8. Барышников М.П., Чукин М.В., Бойко А.Б., Дыя Х., Найзабеков А.Б. Методы исследования механических характеристик металлов и сплавов в процессах обработки давлением с учетом неоднородности структуры // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 4 (48). С. 26 – 31.

9. Гун Г.С. Инновационные методы и решения в процессах обработки материалов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 4 (48). С. 99 – 113.

10. Гун Г.С. Инновационные решения в обработке металлов давлением (научный обзор) // Качество в обработке материалов. 2014. № 2. С. 5 – 26.

11. Гун Г.С., Сторожов С.Б. Расчет комплексного показателя качества на примере оценки качества стальных фасонных высокоточных профилей // Стандарты и качество. 1978. № 1. С. 39 – 41.

12. Goon G.S., Storozhev S.B. A qualimetric approach to the analyse of highly accurate structural shapes production // Steel in the USSR. London. 1978. № 8. P. 349 – 350.

13. Гун Г.С. Совершенствование технологии производства высокоточных профилей оптимизацией по комплексному критерию качества: дис. д-ра техн. наук. – М., 1985. – 276 с.

14. Гун Г.С. Управление качеством высокоточных профилей. – М.: Металлургия, 1984. – 152 с.

15. Гун Г.С. Метод комплексной оценки качества металлопродукции // Изв. вуз. Черная металлургия. 1982. № 8. С. 62 – 65.

16. Г у н Г.С. Теоретическое обоснование комплексной оценки качества металлопродукции // Известия АН СССР. Металлы. 1983. № 4.
17. Г у н Г.С. Критерии управления качеством процесса изготовления фасонных профилей // Известия АН СССР. Металлы. 1984. № 2.
18. Р у б и н Г.Ш., Г у н Г.С., П у д о в Е.А. Комплексная оценка качества стальной канатной проволоки // Сталь. 1983. № 1. С. 56.
19. Управление качеством продукции в технологиях метизного производства / А.Г. Корчунов, М.В. Чукин, Г.С. Гун, М.А. Полякова. – М.: Изд. дом «Руда и металлы», 2012. – 164 с.
20. Рубин Г.Ш., Гун Г.С., Чукин М.В., Корчунов А.Г. Квалиметрия в металлургии. – В кн.: Качество в производственных и социально-экономических системах: материалы Международ. науч.-техн. конф. – Курск, 2013. С. 185 – 189.
21. Rubin G.Sh., Gun G.S., Chukin M.V., Gun I.G., Korchnov A.G. Разработка теории квалиметрии в металлургической отрасли. – In book: XIV International Scientific conference “New technologies and achievements in metallurgy and materials engineering: a collective monograph edited by Henryk Dzia, Anna Kawalek. Series: monographs No 31. Czestochowa, 2013. P. 51 – 55.
22. Gun G.S., Rubin G.Sh., Chukin M.V., Gun I.G., Mezin I.U., Korchnov A.G. Metallurgy qualimetry theory design and development // Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2013. № 5 (45). P. 67 – 69.
23. Г у н Г.С., Ч у к и н М.В., Р у б и н Г.Ш. Управление качеством в метизном производстве // Металлургические процессы и оборудование. 2013. № 4 (34). С. 106 – 112.
24. Г у н Г.С., Р у б и н Г.Ш., Ч у к и н М.В., М е з и н И.Ю., К о р ч у н о в А.Г., Г у н И.Г. Разработка и развитие теории квалиметрии металлургии. – В кн.: Материалы 10-й Междунар. науч.-техн. конф. «Современные металлические материалы и технологии (СММТ’13)» (25-29 июня 2013 г., Санкт-Петербург). – СПб., 2013.
25. З а к и р о в Д.М. Развитие теории оценки качества и практики производства метизов автомобильного назначения на основе разработки конкурентоспособных технологий: дис. д-ра техн. наук. – Белебей, 2008. – 350 с.
26. Р у б и н Г.Ш., Ч у к и н М.В., Г у н Г.С., З а к и р о в Д.М., Г у н И.Г. Разработка теории квалиметрии метизного производства // Черные металлы. 2012. № 7. С. 15 – 20.
27. Г у н Г.С., Ч у к и н М.В., Г у н И.Г., К о р ч у н о в А.Г., М е з и н И.Ю., Р у б и н Г.Ш., З а к и р о в Д.М. Разработка теории квалиметрии производства металлоизделий. – В кн.: Труды IX конгресса прокатчиков. Т. 1. Череповец, 16-18 апреля 2013. – Череповец, 2013. С. 237 – 244.
28. Г у н Г.С., Р у б и н Г.Ш. Логические законы оценки качества продукции. Деп. ВИНТИ. 19.08.81. № 4105-81. – 23 с.
29. Р у б и н Г.Ш. Квалиметрия метизного производства. – Магнитогорск: изд. Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 167 с.
30. Г у н Г.С., Р у б и н Г.Ш., П у д о в Е.А., К у п р и н В.М. Выбор эффективной технологии получения профилей повышенной точности для машиностроения // Изв. вуз. Машиностроение. 1981. № 5. С. 155 – 157.
31. К о р ч у н о в А.Г. Методология управления показателями качества продукции в технологиях метизного производства на основе моделей с элементами нечеткой логики: дис. д-ра техн. наук. – Магнитогорск, 2010. – 320 с.
32. К о р ч у н о в А.Г., Л ы с е н и н 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.
33. Г у н Г.С., Ч у к и н М.В., Р у б и н Г.Ш., М е з и н И.Ю., К о р ч у н о в А.Г. Актуальные проблемы квалиметрии метизного производства в период зарождения шестого технологического уклада // Металлург. 2014. № 4. С. 92 – 95.
34. Получение порошковых материалов и изделий (Опыт работы завода «Марс») / А.А. Гостев, Г.С. Гун, И.Ю. Мезин, Е.Г. Козодоев, И.Ф. Тимошенко, И.Г. Гун. – Магнитогорск: изд. отдел. Магнитогорского полиграфпредприятия, 1993. – 112 с.
35. Г у н Г.С., Г о с т е в А.А., Г у н И.Г. Концепция мини-завода порошковой металлургии с использованием в качестве сырья чугунной стружки. – В кн.: Новые технологии получения слоистых порошковых материалов, композиционных покрытий: Материалы Международ. науч.-техн. конф. Сочи, 7-10 сентября 1993. – Сочи, 1993.
36. М и х а й л о в с к и й И.А. Повышение результативности производства шаровых шарниров на основе регламентации комплекса требований к качеству изделий и материалов: дис. д-ра техн. наук. – Магнитогорск, 2011. – 310 с.
37. Г у н И.Г., М и х а й л о в с к и й И.А. Способ чистовой обработки неполных сфери-

ческих поверхностей обкатыванием // Технология машиностроения. 2001. № 4. С. 12 – 15.

38. Михайловский И.А., Сальников В.В., Осипов Д.С., Гун И.Г. Совершенствование режимов планетарной обкатки головок шаровых пальцев на основе анализа микротопографии поверхности с целью повышения качества изделий // Вестник Череповецкого государственного университета. 2011. № 2. Т. 2. С. 10 – 14.

39. Сальников В.В., Михайловский И.А., Гун И.Г. Моделирование процесса разрушения шарового шарнира передней подвески автомобиля при осевом нагружении // АИИ. 2011. № 2. С. 51 – 53.

40. Гун И.Г., Михайловский И.А. Анализ и совершенствование процесса планетарной обкатки головок шаровых пальцев. – В кн.: Совершенствование технологий производства и конструкций автомобильных компонентов: Сб. науч. тр. – М.: ИД «АИИ-ПРЕСС», 2003. С. 119 – 123.

41. 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.

42. Пат. № 2263889 РФ. Стенд для испытаний шаровых шарниров / Михайловский И.А., Гун И.Г., Ясаков Ю.М. и др. Заявл. 29.12.2003. Оpubл. 10.11.2005.

43. Пат. № 2162785 РФ. Способ обработки неполной сферической головки шарового пальца поверхностным деформированием / Гун И.Г., Железков О.С., Михайловский И.А. Заявл. 10.02.2000. Оpubл. 10.02.2001.

44. Пат. № 2475652 РФ. Шаровой шарнир / Гун И.Г., Артюхин В.И., Калмыков Ю.В., Левченко П.Е., Сальников В.В., Гун Е.И. Заявл. 13.07.2012. Оpubл. 20.02.2013.

45. Пат. № 2501995 РФ. Шаровой шарнир рулевого управления / Гун И.Г., Артюхин В.И., Гун Е.И., Калмыков Ю.В., Сальников В.В., Куцендик В.И. Заявл. 13.07.2012. Оpubл. 20.12.2013.

46. Шаровые шарниры шасси: совершенствование конструкций, технологий и методов оценки качества / И.А. Михайловский, И.Г. Гун, Е.И. Гун, Е.Г. Касаткина. – Магнитогорск: изд. Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 201 с.

47. Гун И.Г., Михайловский И.А., Осипов Д.С., Куцендик В.И., Сальников В.В., Гун Е.И., Смирнов

Ал.В., Смирнов Ар.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.

48. Михайловский И.А., Куцендик В.И., Гун Е.И., Гун И.Г., Сальников В.В. Разработка процесса планетарно-поворотной обкатки // Metallургические процессы и оборудование. 2014. № 1. С. 39 – 45.

49. Гун И.Г., Осипов Д.С., Михайловский И.А., Калмыков Ю.В., Куцендик В.И., Сальников В.В., Гун Е.И. Разработка, моделирование и исследование процессов ОМД при производстве шаровых шарниров автомобилей. – В кн.: Инновационные технологии обработки металлов давлением: Сб. докл. междунар. науч.-техн. конф. – М.: изд. НИТУ «МИСиС», 2011. С. 482 – 487.

50. Куцендик В.И., Гун И.Г., Михайловский И.А., Осипов Д.С., Сальников В.В., Гун Е.И., Смирнов Ар.В., Смирнов Ал.В. – В кн.: 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.

51. Моллер А.Б. Методология управления качеством в сортопрокатной технологической системе на основе адаптивных моделей формирования потребительских свойств продукции: дис. д-ра техн. наук. – Магнитогорск, 2011. – 283 с.

52. Моллер А.Б., Тулупов О.Н., Левандовский С.А. и др. Разработка и применение баз данных технологических параметров с целью освоения и совершенствования сортопрокатных станов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2005. № 4. С. 36 – 40.

53. Моллер А.Б., Тулупов О.Н., Лимарев А.С., Назаров Д.В. Концепция построения современных моделей прокатки на сортовых станах // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2007. № 1. С. 64 – 67.

54. Леднева Г.А. Повышение эффективности управления качеством в металлургии с использованием сбалансированной системы показателей с учетом ограничений: дис. канд. техн. наук. – Магнитогорск, 2008. – 114 с.

55. Баскакова Н.Т. Повышение эффективности подсистемы менеджмента качества

планирования ремонтов металлургического оборудования на основе оптимизации срока службы с учетом ограничений: дис. канд. техн. наук. – Магнитогорск, 2010. – 137 с.

56. Бузунов Е.Г. Методика прогнозирования качества покрытия при горячем цинковании проволоки на основе использования статистического анализа и фрактальной геометрии: дис. канд. техн. наук. – Магнитогорск, 2010. – 119 с.

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

58. Федосеев С.А. Управление качеством продукции метизно-металлургических предприятий на иерархически связанных этапах планирования производства: дис. д-ра техн. наук. – Пермь, 2012. – 341 с.

59. 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.

60. 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 // Изв. вуз. Черная металлургия. 2010. № 3. С. 25 – 28.

61. 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.

62. Гун Г.С., Чукин М.В., Емалеева Д.Г., Копцева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Барышников М.П. Исследование формирования субмикроструктурной структуры поверхностного слоя стальной проволоки с целью повышения уровня ее механических свойств // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2007. № 3 (19). С. 84 – 86.

63. Чукин М.В., Голубчик Э.М., Гун Г.С., Копцева Н.В., Ефимова Ю.Ю., Чукин Д.М., Матушкин А.Н. Исследование физико-механических свойств и

структуры высокопрочных многофункциональных сплавов инварного класса нового поколения // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1 (45). С. 43 – 48.

64. Chukin M.V., Korshunov A.G., Gun G.S., Polyakova M.A., Koptseva N.V. Nanodimensional in high carbon steel structural part formation by thermal and deformation processing // Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University. 2013. № 5 (45). P. 33 – 35.

65. Чукин М.В., Гун Г.С., Корчунов А.Г., Полякова М.А. Перспективы производства высокопрочной стальной арматуры из высокоуглеродистых марок стали // Черные металлы. 2012. № 12. С. 8 – 15.

66. Чукин М.В., Гун Г.С., Корчунов А.Г., Полякова М.А. Перспективы производства высокопрочной стальной арматуры для железобетонных шпал нового поколения на основе термомодеформационного nano-структурирования // Черная металлургия. Бюл. Черметинформации. 2012. Вып. 4. С. 100 – 105.

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

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

69. Голубчик Э.М. Развитие методологических основ адаптивного управления качеством металлопродукции в многовариантных технологических системах: дис. д-ра техн. наук. – Магнитогорск, 2014. – 417 с.

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

71. 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.

72. 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.

73. 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.

74. Рубин Г.Ш., Полякова М.А., Гун Г.С. Моделирование технологического трансформирования на основе S-образных кривых развития // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. № 1 (49). С. 70 – 75.

75. Белалов Х.Н., Клековкина Н.А., Гун Г.С., Корчунов А.Г. и др. Производство стальной проволоки. – Магнитогорск: изд. МГТУ, 2005. – 543 с.

76. Стальная проволока / Х.Н. Белалов, Н.А. Клековкина, Г.С. Гун, А.Г. Корчунов, М.А. Полякова. – Магнитогорск: изд. Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – 689 с.

77. Производство высокопрочной стальной арматуры для железобетонных шпал нового поколения / 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; под общ. ред. М.В. Чукина. – М.: Металлургиздат, 2014. – 276 с.

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

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

80. Комплексная оценка эффективности процессов производства шаровых пальцев / И.Г. Гун, Г.Ш. Рубин, В.В. Сальников и др. – Магнитогорск: изд. Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2008. – 133 с.

81. Щербо Ю.А. Повышение качества соединения компонентов сталемедной катанки на основе регламентации свойств медной ленты и совершенствования технологии плакирования: дис. канд. техн. наук. – Магнитогорск, 2005. – 148 с.

82. Касаткина Е.Г. Повышение качества платинита совершенствованием техноло-

гии его производства: дис. канд. техн. наук. – Магнитогорск, 2006. – 137 с.

83. Пивоварова К.Г. Повышение качества калиброванной стали на основе моделирования и оценки изменения шероховатости поверхности при волочении: дис. канд. техн. наук. – Магнитогорск. 2006. – 121 с.

84. Производство и эксплуатация валков на металлургическом предприятии. Т. 4. Валковый инструмент для производства гнутых профилей / М.Ф. Сафронов, В.Г. Антипанов, В.Ф. Рашников, В.Ф. Афанасьев, В.Л. Корнилов, Г.С. Гун, Н.Г. Шемшурова. – Магнитогорск: изд. Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 1999. – 92 с.

85. Ресурсосбережение в метизном производстве (теория и практика работы Белорецкого металлургического комбината) / В.И. Зюзин, В.А. Харитонов, Г.С. Гун и др. – Магнитогорск: изд. Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2001. – 163 с.

86. Гун Г.С., Пудов Е.А., Иванова Л.Б. Оптимизация процессов обработки металлов давлением по комплексному критерию качества // Изв. вуз. Черная металлургия. 1982. № 8. С. 62 – 65.

87. Гун Г.С., Чукин М.В. Оптимизация процессов деформирования объектов с покрытиями в технологиях и машинах обработки давлением. – Магнитогорск: изд. Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2006. – 323 с.

88. Соколов А.А., Шубин И.Г., Гун Г.С., Богатов А.А., Смирнов С.В., Соколов А.А. (мл.). Методика оценки способности углеродистой стали к волочению с учетом технологии ее обработки // Производство проката. 2005. № 5. С. 27 – 30.

89. Соколов А.А., Шубин И.Г., Гун Г.С., Богатов А.А., Смирнов С.В. Моделирование процесса волочения с целью оценки его влияния на структуру и свойства проволоки // Производство проката. 2005. № 6. С. 21 – 23.

90. Рубин Г.Ш., Данилова Ю.В., Полякова М.А. Функционально-целевой анализ как метод структурирования функций и свойств металлоизделий. Сообщение 1 // Производство проката. 2015. № 5. С. 27 – 31.

91. Рубин Г.Ш., Данилова Ю.В., Полякова М.А. Функционально-целевой анализ как метод структурирования функций и свойств металлоизделий. Сообщение 2 // Производство проката. 2015. № 6. С. 38 – 43.