

ВЕСТНИК

Магнитогорского государственного
технического университета им. Г. И. Носова

№ 1 (21) март 2008 г.

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ, а также в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по рекомендации экспертных советов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых, металлургии и металловедению. Электронные версии журнала размещаются на сетевом ресурсе Научной Электронной Библиотеки в сети Интернет.

Издается с марта 2003 года

Редакционный совет:

Председатель редсовета:

В.М. Колокольцев – ректор ГОУ ВПО «МГТУ», проф., д-р техн. наук.

Члены редсовета:

А.В. Дуб – ген. директор ОАО НПО «ЦНИИТМАШ», д-р техн. наук;

Д.Р. Каплунов – член-кор. РАН, проф. ИПКОН РАН, д-р техн. наук;

В.Ф. Рашинов – Президент ООО "Управляющая компания ММК", проф., д-р техн. наук;

В.М. Счастливцев – зав. лабораторией ИФМ УрО РАН; академик РАН, д-р техн. наук;

А.Б. Сычков – зам. начальника техотдела Молдавского металлургического завода, д-р техн. наук;

Ken-ichiro Mori – Professor Department of Production Systems Engineering, Toyohashi University of Technology, Japan;

Maciej Pietrzyk – Professor Akademia Gorniczo-Hutnicza, Krakow, Poland.

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

Г.С. Гун – проф., д-р техн. наук.

Заместитель:

М.В. Чукин – проф., д-р техн. наук (отв. редактор).

Члены редколлегии:

В.А. Бигеев – проф., д-р техн. наук;

К.Н. Вдовин – проф., д-р техн. наук;

С.Е. Гавришев – проф., д-р техн. наук;

В.Н. Калмыков – проф., д-р техн. наук;

С.И. Лукьянов – проф., д-р техн. наук;

С.А. Песина – проф., д-р филол. наук;

С.И. Платов – проф., д-р техн. наук;

В.М. Салганик – проф., д-р техн. наук.

Ответственные редакторы по научным направлениям экспертных советов ВАК РФ:

Т.С. Кузнецова – доц., канд. техн. наук;

М.А. Полякова – доц., канд. техн. наук;

М.В. Шубина – доц., канд. техн. наук.

© ГОУ ВПО «МГТУ», 2008

Подписку можно оформить по общему каталогу изданий органов научно-технической информации «Почта России», подписной индекс журнала 73849, либо приобрести непосредственно в редакции.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС11-1157 от 18 апреля 2007 г.

Адрес редакции:

455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38

Тел.: (3519) 29-85-17

Факс (3519) 23-57-60

E-mail: mgtu@mgtu.ru; nis@mgtu.ru

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

Отпечатан на полиграфическом участке МГТУ.

Подписано к печати 12.03.2008.

Заказ 240. Тираж 1000 экз. Цена свободная.



VESTNIK

**Magnitogorsk State Technical
University named after G. I. Nosov**

№ 1 (21) March 2008

The journal is included in the Abstract Journal and the database of All-Russian Institution of Scientific and Technical information, and also in the List of the leading reviewed scientific journals and publications. On recommendation of advisory committee in the development of mineral resource deposits and metallurgy, the scientific results of candidates for Ph.D. theses are to be published in the above-mentioned journals. Internet versions of the journal can be found on the Scientific Electronic Library site in the Internet.

PUBLISHED SINCE MARCH, 2003

Editorial committee

Chairman of editorial committee:

V. M. Kolokoltsev – rector of State Educational Institution of Higher Professional Education “Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov”, D. Sc

Members of the editorial committee:

A. V. Dub – general director of JSC Research and Production Association of Central Scientific Research Institution of Technical Mechanic Engineering, D.Sc.

D. R. Kaplunov – corresponding member of Russian Academy of Science, D.Sc.

V. Ph. Rashnikov – President of LTd “Magnitogorsk Steel and Iron Works managing company”, Prof., D. Sc.

V. M. Schastlivtsev – chief of laboratory in Russian Academy of Science, academician of Russian Academy of Science, D. Sc.

A. B. Sychkov – deputy chief of engineering department at Moldavia metallurgical plant, D. Sc.

Ken-ichiro Mori – Professor Department of Production Systems Engineering, Toyohashi University of Technology, Japan.

Maciej Pietrzyk – Professor Akademia Gorniczo-Hutnicza, Krakow, Poland.

Editorial staff

Editor-in-chief:

G. S. Gun – Prof., D. Sc.

Deputy chief editor:

M. V. Chukin - Prof., D.Sc.

Members of the editorial staff:

V. A. Bigeev - Prof., D.Sc.

K. N. Vdovin - Prof., D.Sc.

S. E. Gavrishev - Prof., D.Sc.

V. N. Kalmykov - Prof., D.Sc.

S. I. Luk'yanov - Prof., D.Sc.

S. I. Platov - Prof., D.Sc.

V. M. Salganik - Prof., D.Sc.

S. A. Pesina – Prof., D. Sc.

Executive editors in scientific fields of advisory committee of Higher Certifying Commission in the Russian Federation:

T. S. Kuznetsova – Assoc. Prof., Ph.D.

M. A. Polyakova – Assoc. Prof., Ph.D.

M. V. Shubina - Assoc. Prof., Ph.D.

© State Educational Institution of Higher Professional Education
“Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov”, 2008

One can subscribe for the journal in the general publication catalogue of scientific-technical information, the subscription index of the journal 73849, or get the journal right in the editorial office.

Registration certificate ПИ № ФС11-1157 April 18, 2007 г.

Editorship address:

455000, city Magnitogorsk, Lenin Str. 38

Phone number: (3519)29-85-17

Fax: (3519)23-57-60

Email: mgtu@magtu.ru; nis@magtu.ru

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

Signed for press 12.03.2008.

Order 240. Circulation – 1000 items. Free price.



СОДЕРЖАНИЕ

<i>Колокольцев В.М.</i> Пять лет от аттестации до аттестации.....	5
<i>Рашиников В.Ф.</i> Развитие ОАО «ММК» как инновационного предприятия	12
<i>Лукьянов С.И.</i> Научно-инновационная деятельность МГТУ. Подходы и решения.....	16
<i>Урцев В.Н., Морозов А.А., Горностырев Ю.Н., Платов С.И., Гун Г.С., Корнилов В.Л.</i> Инициатива уральских ученых в области квантового материаловедения	21
<i>Чукин М.В., Гун Г.С., Барышников М.П., Валиев Р.З., Рааб Г.И.</i> Особенности реологических свойств конструкционных наносталей.....	24
<i>Шадрунова И.В., Орехова Н.Н.</i> Научно-методическое обоснование технологий вовлечения в эксплуатацию техногенных гидроминеральных месторождений и обезвреживания медьсодержащих стоков	27
<i>Чукин М.В., Копцева Н.В., Валиев Р.З., Яковлева И.Л., Zrník G., Covarik T.</i> Дифракционный электронно-микроскопический анализ субмикроструктурной и нанокристаллической структуры конструкционных углеродистых сталей после равноканального углового прессования и последующего деформирования.....	31
<i>Рубин Г.Ш., Корнещук Н.Г., Семенов В.П.</i> Концепция региональной системы оценки качества образования (РСОКО) Челябинской области.....	37
<i>Пыхтунова С.В.</i> Участники молодежного научно-инновационного конкурса	42
<i>Сысоев А.М., Бахметьев В.В., Колокольцев В.М.</i> Рафинирование и модифицирование стали 110Г13Л комплексом титан-бор-кальций	43
<i>Андреев В.В., Гун Г.С., Рубин Г.Ш., Ульянов А.Г.</i> Исследование процесса высадки двухфланцевых шипов противоскольжения с использованием компьютерного моделирования	45
<i>Букреев А.Е., Манашев И.Р., Никифоров Б.А., Бигеев В.А.</i> Новые азотсодержащие лигатуры СВС на основе нитрида хрома.....	49
<i>Сычков А.Б.</i> Исследование качества окалины и способность ее к удалению перед волочением катанки	51
<i>Шмаков В.И., Салганик В.М., Песин А.М., Жлудов В.В.</i> Анализ целесообразности «технологической рокировки» на листовых станах горячей прокатки ОАО «ММК»	61
<i>Довженко Н.Н., Сидельников С.Б., Биронт В.С., Рудницкий Э.А., Ходюков Б.П., Столяров А.В.</i> Особенности получения и обработки ювелирных сплавов на основе палладия	63
<i>Загуляев Д.В., Филипьев Р.А., Коновалов С.В., Громов В.Е.</i> Влияние внешних энергетических источников на скорость ползучести алюминия	68
<i>Сарычев А.В., Бигеев В.А., Ивин Ю.А., Алексеев Л.В.</i> Совершенствование технологии выплавки стали в ДСП ЭСПЦ ОАО «ММК».....	71
<i>Сергеев С.В., Решетников Б.А., Чуманов И.В., Сергеев Ю.С.</i> Повышение качества и эффективности вибрационного диспергирования металлургических шлаков	74
<i>Сергеев С.В., Решетников Б.А., Сергеев Ю.С.</i> Исследование динамических нагрузок и оценка долговечности работы роторных инерционных виброприводов.....	76
<i>Салганик В.М., Денисов С.В.</i> Разработка и освоение технологии производства рулонного проката классов прочности Х60-Х70 толщиной более 12 мм для изготовления труб.....	81
<i>Лавриненко А.А., Свечникова Н.Ю.</i> Исследование квантово-химических параметров углеводородов при выборе реагентов для флотации углей.....	85
<i>Юрский С.Ю.</i> Болен властью.....	87
Abstracts	93
Сведения об авторах	97

CONTENT

<i>Kolokoltsev V. M.</i> Five years from certification to certification.	5
<i>Rashnikov V. Ph.</i> The development of JSC Magnitogorsk Iron and Steel Works as an innovative enterprise.	12
<i>Lukyanov S. I.</i> The scientific and innovation activity of MSTU. Approaches and decisions.....	16
Urtsev V. N., Morozov A. A., Gornostyrev U. N., Platov S. I., Gun G. S., Cornylov V. L. The initiative of the Ural scientists in the field of quantum material science.	21
<i>Chukin M. V., Gun G. S., Baryshnikov M. P., Valiev R. Z., Raab G. I.</i> The peculiarities of rheological construction nanosteel properties.	24
<i>Shadrinova I.V., Orekhova N.N.</i> The scientific and methodical interpretation of operation technologies of man-caused hydromineral deposits and disposal of copper-bearing water supplies.	27
<i>Chukin M. V., Coptseva N. V., Valiev R. Z., Yakovleva I. L., Zrnik G., Covarik T.</i> The diffraction submicroscopic analysis of the submicrocrystal and nanocrystal structure of constructional carbon steels after equal channel angle pressing and further deformation.	31
<i>Rubin G. Sh., Cornetshuk N. G., Semyonov V. P.</i> The concept of the regional estimate system of the educational quality in the Chelyabinsk region.	37
<i>Pykhtunova S. V.</i> The participants of the youth scientific and innovation contest.	42
<i>Sysoev A. M., Bakhmet'ev V. V., Kolokoltsev V. M.</i> The refinement and modification of steel with 110G13L complex Ti + B + Ca.	43
<i>Andreev V. V., Gun G.S., Rubin G.S., Ulyanov A.G.</i> The Research process of double-collar tire studs upsetting with using computer modelling.	45
Bukreev A. E., Manashev I. R., Nikiforov B. A., Bigeev V. A. New nitrogen alloys of SHS based on chrome nitride.	49
<i>Sychkov A.B.</i> The research scale quality and its removal before the drawing of rolled wire.	51
<i>Shmakov V. I., Salganik V. M., Pesin A. M., Zhudov V. V.</i> The analysis of the expediency of the «technological castling» at hot rolling sheet mills at JSC «Magnitogorsk Iron and Steel Works».	61
Dovzhenko N. N., Sidelnikov S. B., Biront V. S., Rudnitsky E. A., Khodukov B. P., Stolyarov A. V. The peculiarities of jewellery alloys obtaining and treating based on palladium.	63
<i>Zagulyaev D.V., Philipiev R.A., Konovalov S. V., Gromov V.E.</i> The influence of external power sources on speed of aluminum creep.	68
<i>Sarychev A. V., Bigeev V. A., Ivin U. A., Alekseev L. V.</i> The improvement of steel making technologies at arc furnace shop at JSC “Magnitogorsk Iron and Steel Works”.	71
<i>Sergeev S. V., Reshetnikov B. A., Chumanov I. V., Sergeev U. S.</i> The quality and efficiency improvement of vibrating crushing of metallurgical slags.	74
<i>Sergeev S. V., Reshetnikov B. A., Sergeev U. S.</i> The research of dynamic loads and work durability estimation of rotor inertial vibrator drivers.	76
<i>Salganik V. M., Denisov S. V.</i> The development and implementation of technology for the production of coil stock units with X60-X70 strength and more than 12 mm thick for pipes producing.	81
<i>Lavrinenko A.A., Svechnikova N.Y.</i> The research of quantum-chemical characteristics in selection of coals flotation reagents.	85
<i>Ursky S. U.</i> Sick with power.	87
Abstracts	93
Information about authors	97

УДК 378

Колокольцев В.М.

ПЯТЬ ЛЕТ ОТ АТТЕСТАЦИИ ДО АТТЕСТАЦИИ

Нашему вузу предстоит аттестация за пятилетний период: с 2003 по 2007 г., а это строгий и объективный смотр всех видов деятельности, оценка динамики развития, соответствие аттестационным показателям. Есть смысл проанализировать основные вехи развития МГТУ, оценить достижения, обозначить болевые точки, чтобы развиваться успешно дальше и быть на высоте образовательного процесса.

Я держу в руках «Вестник МГТУ им. Г.И. Носова» № 1 2003 года – первый «стартовый» номер созданного нами журнала. Во вступительном слове бывшего тогда ректором МГТУ, профессора Б.А. Никифорова сказано: «необходимость регулярной и всесторонней информации... о новых достижениях и перспективах в области науки и образования... определила концепцию «Вестника МГТУ»... [1]. Листая «Вестник МГТУ» за прошедшие 5 лет, с 2003 по 2007 год, интересно и полезно проследить, как развивался наш университет, каково состояние его и перспективы. Об этом и попытаюсь порассуждать в представляемой вашему вниманию статье.

Статья авторов Никифорова Б.А., Селиванова И.А., Вдовина К.Н., Гаркави М.С. [2] о политике МГТУ в области качества образовательных услуг и подготовки специалистов фактически свидетельствовала о серьезных намерениях по созданию системы качества в вузе. В настоящее время для обеспечения конкурентоспособности университета на внутреннем российском рынке и экспорта образовательных услуг в страны ближнего и дальнего зарубежья в университете внедряется эффективная внутривузовская система обеспечения качества подготовки специалистов в соответствии с требованиями ИСО 9001. Внедрена организационно-управленческая структура системы менеджмента качества, сформированы факультетские комиссии качества, приняты Положения о Ведущих СМК, уполномоченных по качеству, распределены полномочия, ответственность и функции по видам деятельности, внесены изменения в положения о структурных подразделениях и должностные инструкции. В практику работы университета внедрены обязательные документированные процедуры управления, модернизированы стандарты, регламентирующие основную деятельность, и положения по

видам деятельности; успешно реализуется единая концепция управления информационной средой и автоматизированная система управления учебным процессом.

Организационным ядром СМК является отдел менеджмента качества, созданный в 2006 году, который реализует методическое сопровождение СМК и обучение в области качества руководителей и персонала. С апреля 2007 года в университете создана группа внутренних аудиторов, осуществляющих систематический и независимый аудит деятельности и процессов на соответствие установленным требованиям ИСО 9001 и университета. Проведено более 15 плановых проверок различных структурных подразделений; наблюдается устойчивая тенденция уменьшения процессов, не соответствующих ИСО 9001. Заключено соглашение с представительством NQA (Великобритания) по консалтинговому сопровождению для международной сертификации СМК университета. Внедрение системы менеджмента качества позволило сформировать в университете устойчивую и развивающуюся систему управления, основанную на тщательном мониторинге процессов, анализе их результатов, выработке рекомендаций по их эффективной коррекции, созданию механизмов действия обратных связей с потребителями всех уровней.

Главным в вузе всегда была и остается качественная подготовка специалистов (проректор Вдовин К.Н., с 25.12.2006 г. Радионов А.А.).

Сегодня в вузе идет подготовка по 76 специальностям и направлениям, и этот перечень постоянно расширяется. За последние 5 лет университетом пролицензировано 11 специальностей высшего профессионального образования, 3 специальности послевузовского образования, 12 направлений бакалавриата, 4 программы магистерской подготовки, а также 2 программы дополнительного образования. Университет ведет подготовку по дополнительным целевым программам, согласованным и одобренным предприятиями. Среди наиболее значимых можно назвать ОАО «ММК», ЗАО «Золото Северного Урала», ЗАО «УГМК-Холдинг», НПО «Автоматика» и др.

В течение 2005–2007 гг. были внесены изменения и дополнения в законы «Об образовании»

и «О дополнительном и послевузовском образовании». В них впервые закреплены права работодателей на участие в процессе подготовки кадров. Но наш университет уже более 10 лет проводит такую работу совместно со специалистами ОАО «ММК» и других предприятий.

Последние примеры.

1. В июле 2007 года состоялась презентация 10 новых образовательных программ по направлениям подготовки специалистов «Металлургия», «Горное дело», «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Электроника и микроэлектроника», «Электроэнергетика», «Технологические машины и оборудование», «Автоматизация и управление». В разработке этих программ приняли непосредственное участие ведущие специалисты тех предприятий, куда придут работать выпускники.

2. В течение 2007 г. в аспирантуру МГТУ поступило более 40 ведущих специалистов ОАО «ММК» для подготовки кандидатских диссертаций, тематика которых напрямую связана с решением конкретных задач того производства, где работают соискатели ученых степеней.

Приоритетным направлением работы в вузе, естественно, является работа с молодёжью, которая в значительной степени проводится через Центр по внеучебно-воспитательной работе (проректор Гвенцадзе И.А., с сентября 2007 г. – Кабирова О.Р.) и Молодёжный научный центр (руководитель – Радионова Л.В., с 1.10.2006 Пыхтунова С.В.).

Молодежному научному центру исполнилось в 2007 г. 5 лет, в 2005 г. МНЦ занял 1-е место в областном смотре-конкурсе на лучшую организацию научной работы со студентами в высших учебных заведениях Челябинской области. За 5 лет почти на треть увеличилось число студентов, участвующих в олимпиадах и конференциях различного уровня (в 2003 г. – 448, в 2007 г. – 623). В 2007 г. 65-я научно-исследовательская конференция успешно прошла аккредитацию по Программе Фонда И.М. Бортника «У.М.Н.И.К.», победителями конкурса стали 8 человек (7 докладов).

За 5 лет в 13 раз увеличилось число грантов, поданных студентами на региональные и всероссийские конкурсы (в 2003 г. – 11, в 2007 г. – 142). Всего в 2007 г. подано заявок на 197 грантов. В конкурсах различного уровня молодыми учёными, аспирантами и студентами за 5 лет получено 334 гранта (в среднем по 67 грантов в

год), в 2003 г. их было 48, в 2002 г. – 86. Только за последний год в 8 раз увеличилось число студентов, участвующих в хоздоговорных работах (в 2006 г. – 23 чел., в 2007 г. – 187 чел.). С 2004 г. выпускается сборник «Молодёжь. Наука. Будущее». 26 декабря 2007 года впервые проведено торжественное мероприятие награждения и вручения дипломов 160 студентам и аспирантам за победу в грантах, конкурсах, олимпиадах и пр. Второй год на базе ГОУ ВПО «МГТУ» проводится 10 секций научно-практической конференции учащихся образовательных учреждений г. Магнитогорска.

Столь высокая эффективность обеспечивается реализацией логической цепочки в выполнении НИР: студент – аспирант – кандидат наук – докторант, а также наличием признанных научных школ и творческих коллективов, в которых работают учащиеся старших классов общеобразовательных школ и лицеев, студенты, аспиранты, кандидаты и доктора наук, специалисты с предприятий. И что немаловажно, так это использование новых научных знаний, полученных в результате исследовательских работ, в учебном процессе.

Такое сочетание учебы, науки и производства позволяет готовить высококачественных специалистов как для самого МГТУ, так и для работодателей.

Правильность такого подхода подтверждается высоким рейтингом ряда ведущих металлургических специальностей в общероссийском рейтинге. На протяжении 2003–2007 гг. специальности «Обработка металлов давлением», «Литейное производство черных и цветных металлов», «Стандартизация и сертификация» и др. находятся в самых верхних строчках общероссийского рейтинга специальностей, занимая места не ниже третьего, а в целом около 50% всех специальностей МГТУ находятся в первой десятке. Это обеспечивает устойчивый спрос работодателей на наших выпускников и успешную конкуренцию на рынке образо-

Таблица 1

Источники финансирования научно-исследовательских работ

Год	Объём всего, тыс. руб.	Источники финансирования					Хоздоговорные НИР
		Федеральный бюджет Рособразования	Роснаука	РФФИ	РГНФ	Местные бюджеты	
2003	12105,5	1662,2	–	288,5	–	36,0	10118,8
2004	21675,9	2251,8	240,0	300,0	–	235,0	18649,1
2005	33056,1	838,2	300,0	480,0	175,0	438,0	30824,9
2006	55005,6	2500,0	–	635,0	110,0	2299	50211,6
2007	61418,3	2922,4	2000,0	0	230,0	1253,0	54648,8

вательных услуг. Хочу отметить, что на протяжении последних лет в МГТУ поступают заявки на выпускников-специалистов в количестве до 1000 человек и столько же – на повышение квалификации и переподготовку.

Результаты работы с молодёжью проявились, в частности, в возрастных показателях профессорско-преподавательского состава МГТУ. Число докторов наук до 50 лет составляет 15–17% от общего числа докторов, причем 60% молодых докторов трудятся на факультете технологий и качества (декан – Салганик В.М.). Число преподавателей до 50 лет в целом составляет 53%, в т. ч. до 35 лет – 30%, а до 29 лет – 21%; свыше 60 лет – 22%, в т. ч. свыше 70 лет – 4%. Если в 2003 году средний возраст ППС составлял 48,3 года, в 2007 г. этот показатель снизился до 46 лет (!), т.е. по возрасту, как и по творческому потенциалу, в университете достаточно молодой, зрелый и работоспособный коллектив, которому могут позавидовать многие вузы; показатель этот лучше общероссийского [3]. Кстати, всё больше молодёжи стало оставаться работать в вузе. Если по данным Минобразования лишь 3% выпускников идут в науку [2], в МГТУ только в 2007 г. 55,5% выпускников, окончивших нашу аспирантуру с защитой, остались работать в родном вузе.

В 2007 году в аспирантуру (руководитель – Леднова И.В.) на бюджетную форму обучения поступили 69 человек и 111 человек на платную. Закончили обучение 52 человека, из них с защитой диссертации в срок – 18. КПД аспирантуры составил 34,3%. На 01.01.2008 г. в аспирантуре университета обучается 222 человека на бюджетной форме обучения и 151 – на платной.

В 2007 г. научные результаты по теме диссертационных исследований наших аспирантов были отмечены стипендиями Президента и Правительства РФ (2 стипендии).

По итогам года высокие научные показатели по подготовке к защите кандидатов наук имеют научные руководители: Песин А.М., Корнилов Г.П., Кришан А.Л., Чикота С.И., Румянцев М.И., Лешер О.В. и др.

В аспирантуре университета открыты две новые специальности: 25.00.21 – Теоретические основы проектирования горнотехнических систем и 05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте.

Открыты 4 докторских диссертационных совета, причём два из них («Стандартизация и управление качеством продукции» и «Электротехнические комплексы и системы») были преобразованы из кандидатских в докторские. Надо отметить, что

диссертационный совет Д 212.111.05 – единственный в России по специальности «Стандартизация и управление качеством в металлургии».

Пять лет назад, 10 марта 2003 г., был организован факультет послевузовского профессионального образования (декан – Кандауров Л.Е.), целью которого являлось повышение уровня подготовки аспирантов, обучающихся в вузе по 24 научным специальностям. Следствием создания этого факультета явилось повышение КПД аспирантуры до 44–49%.

Значительны успехи МГТУ в выполнении научно-исследовательских работ как по качеству, так и по объёму (проректор по научной работе Гун Г.С. до 2.07.2007 г.). Объём выполненных научно-исследовательских работ в 2007 г. составил 61418,3 тыс. руб. Источники финансирования работ приведены в табл. 1. Явным лидером в научной деятельности университета является факультет технологий и качества (декан – Салганик В.М.). Три кафедры: ОМД, ММТ, ЭиЭС (табл. 2) имеют объём финансирования свыше 5,0 млн руб. каждая.

Необходимо отметить общую тенденцию к увеличению объёма выполненных НИР в 2007 г. (в 1,1 раз по сравнению с 2006 г., в 1,9 раз – с 2005 г., в 2,8 раз – с 2004 г. и в 5,1 раза – с 2003 г.). Отлично сработал НИС МГТУ (рук. – Тиховидова Н.Н., Жиркина А.Д.). В 2007 году университетом выполнялось 246 НИР, в том числе 156 хоздоговорных (соответственно в 2006 году выполнялось 233 НИР; в 2005 году – 194; в 2004 году – 188; в 2003 году – 139). В 2007 году кафедрами университета выполнялись научно-исследовательские работы для 56 предприятий. Для наиболее крупного заказчика – ОАО «ММК» выполнено 55 работ на сумму 45544,0 тыс. руб., или 74,2% к общему объёму выполненных работ (в 2006 г. выполнено 68 разработок на сумму 44968,0 тыс. руб., или 79,5%; в 2005 г. – 53 разработки на сумму 27486,0 тыс. руб., или 82%; в 2004 г. – 40 разработок на сумму 14565,0 тыс. руб., или 78,4%; в 2003 г. – 25 разработок на сумму 8693,0 тыс. руб., или 71,8%).

Следует отметить возросший объём НИР федерального уровня:

- по заданию Министерства образования и науки РФ – 2 работы (науч. рук. – Корчунов А.Г., Барышников М.П.). Общий объём финансирования в 2007 г. составил 587500 руб.;

- в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2006–2008 года)» выполнялась 1 работа (науч. рук. – Щадрунова И.В.). Объём финансирования – 2334900 руб.;

Таблица 2

Объёмы НИР за 2007 год по кафедрам (на 31.12.2007 г.)

Факультет, кафедра, план, тыс.р.	Количество тем	Объем хозяйственных НИР		Бюджетные НИР			Итого объем, руб.
		Всего х/д	Отчет	ГБ-Зад.	Грант	Программы	
ГОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ и ТРАНСПОРТА							
ПРМПИ	12	870000	707000				870000
ОРМПИ	1	450000	50000				450000
МДиГ	1	100000	25000			300000	400000
ОПИ	1	120000	120000			1334900	1454900
ПТ	3	580000	550000		25000		605000
М и ЭГП					23000		23000
Итого: пл.-5500	18	2120000	1452000	0	48000	1634900	3802900
ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ							
МЧМ	5	3500000	3500000				3500000
ХТ и ФХ	5	832500	832500		10000	200000	1042500
ЭМ и ЛП	8	3780100	3455100				3780100
ПЭ и БЖД	4	1620000	1620000				1620000
ПиП					23000		23000
Итого: пл.-10000	22	9732600	9407600	0	33000	200000	9965600
ТЕХНОЛОГИЙ и КАЧЕСТВА							
ОМД	9	9012000	8652440		28000		9040000
ММТ	8	2646000	2265120	587500	28000	2000000	5261500
МИТОМ	3	3582000	3284940		15000		3597000
ТССА		470000	352500				470000
ССиТПП	3	80000	80000		20000		100000
ХТП и УП	4	100000	80000			500000	600000
Итого: пл.-10000	27	15890000	14715000	587500	91000	2500000	19068500
МЕХАНИКО-МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ							
ПТМ и Р	2	860000	720000				860000
МОМЗ	4	1825500	1825500		18000		1843500
ТМ и СМ	2	470000	470000				470000
ТМС	6	1812500	1762500		40000		1852500
МиТОД	4	3082000	3082000		10000		3092000
ПМГПТиТК	6	1455000	1330000		5000		1460000
Итого: пл.-7000	24	9505000	9190000	0	73000		9578000
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ							
Э и АПУ	1	725000	725000		5000		730000
Э и ЭС	8	5345000	5345000		46000		5391000
ЭПП	1	600000	600000		10000		610000
Т и ЭС	4	1415000	1290000		10000		1425000
Ин. языков №1							0
Итого: пл.-9000	14	8085000	7960000	0	71000	0	8156000
АВТОМАТИКИ и ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ							
ПКСУ	1	565000	565000		25000		590000
Э и МЭ	8	3310000	3310000		77000		3387000
ФИЗИКА		250000	250000		15000		265000
И и ИТ	1	100000	100000				100000
ВТ и ПИМ	3	2210000	2210000		94000		2304000
Итого: пл.-6000	13	6435000	6435000	0	211000		6646000
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ							
ЛНДЭС	3	325000	325000				325000
СП	7	265000	265000		18000		283000
СК	4	1204556	850000		41000		1245556
СМ и И	5	643220,34	643220,34		38000		681220,34
Архитектура	1	3389,83	3389,83				3389,83

Окончание табл. 2

Факультет, кафедра, план, тыс.р.	Количество тем	Объем хозяйственных НИР		Бюджетные НИР			Итого объем, руб.
		Всего х/д	Отчет	ГБ-Зад.	Грант	Программы	
АСП					28000		28000
АСПб при ИТЦ	1	8000	8000				8000
ТГВ и ГХ	3	985000	945000				985000
Итого: пл.-4000	24	3434166,17	3039610,17	0	125000		3559166,17
ЭКОНОМИКИ и ПРАВА							
Э и У	3	1239000	976500				1239000
Ф и БУ	2	1108000	722000				1108000
Э и М	5	175000	175000		140000		315000
ЭК и НО	3	800000	712500				800000
ИТГ и П и С							
Ин.язык №2							
ММвЭ		200000	200000		18000		218000
Математика							
Права					110000		110000
Итого: пл.-4500	13	3522000	2786000	0	268000		3790000
ЛФХМИ	1	27700	27700				27700
БЕЛОРЕЦ. ф-т. пл.-250		0					0
ВСЕГО	156	58751466,17	55012910,17	587500	920000	4334900	64593866,17
					5842400		

- в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007–2012 годы» по программным мероприятиям «Проведение проблемно-ориентированных поисковых исследований и создание научно-технического задела в области индустрии наносистем и материалов» и «Проведение опытно-конструкторских и опытно-технологических работ совместно с иностранными научными организациями или по тематике, предлагаемой бизнес-сообществом» выполнялись 2 работы (науч. рук. – Чукин М.В., Гун Г.С.). Объем финансирования в 2007 г. – 2,5 млн руб.

Следует отметить, что заключение двух государственных контрактов на выполнение последних научно-исследовательских работ имеет большое научное значение для университета, т.к. открывает в университете новое научное направление и является значительным прорывом в запретную для «неинновационных» вузов область нанотехнологий [4].

С 2005 г. университет активно стал заниматься инновационной деятельностью, в чём немалая заслуга проректора Лукьянова С.И. (должность проректора по инновационным технологиям и инвестициям введена с 20.12.2006 г.). Создан инновационно-технологический центр (рук. – Кольга А.Д.), основные показатели работы которого приведены в табл. 3.

Из всех существующих необходимо отметить

наиболее активно действующие лаборатории:

- лингвистический центр (рук. – Песина С.А.);
- архитектурно-строительное проектное бюро (рук. – Чикота С.И.);
- центр гидропривода горных и технологических машин (рук. – Точилкин В.В.);
- испытательная лаборатория нефтепродуктов (рук. – Ребезов М.Б.);
- лаборатория надежности и долговечности зданий и сооружений (рук. – Пермяков М.Б.).

17 инновационных разработок были представлены на конкурс «Лучший инновационный проект Челябинской области 2007 года». Из 16 номинаций конкурса в пяти разработки университета заняли первые места с присуждением грантов объемом финансирования 250 тыс. руб. каждый. Победителями конкурса в своих номинациях стали следующие разработки: «Системы холодного и горячего водоснабжения, отопления, водоотведения и водоочистки городов на основе применения энергосберегающих асинхронных электроприводов насосных агрегатов» (руководитель – Мугалимов Р.Г.); «Мониторинг качества и экологическая оценка моторных топлив разработанными модифицированными методами испытаний» (руководитель – Ребезов М.Б.); «Разработка и промышленное освоение технологий глубокой переработки сталеплавильных шлаков с целью их утилизации и комплексного использования» (руководитель – Чижевский В.Б.); «Электрохимическая технология извлечения ценных компонентов из зако-

номерно сформированных техногенных медьсодержащих водопотоков в процессе их очистки» (руководитель – Шадрунова И.В.); «Ледебуритные сплавы для инструментов, обрабатывающих неметаллические материалы в условиях умеренного нагрева режущей кромки» (руководитель – Емелюшин А.Н.).

В рамках 65-й научно-технической конференции для молодых ученых университета под эгидой Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере впервые проведен (отв. – Гун Г.С., Пыхтунова С.В.) конкурс по программе У.М.Н.И.К. По итогам конкурсного отбора, состоявшего из 3 этапов, победителями признаны 6 проектов молодых ученых университета: Камалутдинова И.М., Емалеевой Д.Г., Андреева В.В., Сысоева А.М., Солодовой Е.М., совместный проект Букреева А.Е. и Манашева И.Р. Инновационный проект Сирченко А.С. стал победителем конкурса программы У.М.Н.И.К. по итогам научно-технической конференции, проходившей в Московском институте стали и сплавов.

В 2007 г. научно-исследовательские разработки университета были представлены на 12 международных салонах, форумах и выставках инноваций, в том числе – 2 зарубежных (Германия). По результатам конкурсов разработок, проводимых в рамках этих салонов, получено 35 дипломов и наград, в том числе: Гран-при Международного промышленного Форума-выставки (университет); Гран-при III областного салона инноваций и инвестиций (Кришан А.Д.), золотая медаль Международной выставки патентов в г. Нюрнберге авторов Платова СИ., Кадошников В.И., Анцупова В.П., Терентьева Д.В., золотой медалью Готфрида Вильгельма Лейбница за выдающиеся заслуги в научных исследованиях (г. Ганновер) награждена Медяник Н.Л.

К сожалению, несколько лет в МГТУ не проводились вузовские научно-технические конференции. Эта традиция в 2003 г. возобновлена (отв. – Астафьева А.А. и зам. деканов по науке) совместно с основными подразделениями ОАО «ММК».

С каждым годом возрастает интерес к конференции, расширяется география ее участников. Так, например, если в 2003 году в конференции приняли участие 1300 ученых университета и специалистов промышленных предприятий г. Магнитогорска и республики Башкортостан, которыми было представлено 660 докладов, то в 2007 году на 65-й научно-технической конференции число участников составило уже более 1500 человек. На конференции работало 44 секции, на которых было представлено 835 докладов. В конференции

приняли активное участие специалисты предприятий г. Магнитогорска: ОАО «ММК», ОАО «ММК-МЕТИЗ», ОАО «Магнитогорский Гипромет», ЗАО «МРК», а также специалисты таких крупных промышленных предприятий, как: Нижнетагильский металлургический комбинат, Белорецкий металлургический комбинат, Баймакский литейно-механический завод, Соколовско-Сарбайское горно-производственное предприятие (г. Рудный, Казахстан), Молдавский металлургический завод (г. Рыбница, Республика Молдова) и многих других.

Достоинство на конференциях представлена молодежная наука МГТУ: с 2003 по 2007 гг. аспиранты университета выступили с 461, а студенты – с 593 докладами.

В рамках конференций стало традицией проводить конкурсы по выявлению талантливых ученых, инженеров, аспирантов и студентов, а также награждать победителей этих конкурсов премиями и ценными подарками.

Так, например, в 2007 г. на 65-й НТК 123 победителя конкурсов (студенты, аспиранты, специалисты предприятий и организаций) были награждены денежными премиями, 138 участников – грамотами за успехи в научно-исследовательской деятельности и 150 лучших научных докладов, как награда, были опубликованы в сборнике материалов конференции. Большую финансовую помощь в организации и проведении таких масштабных конференций оказывают университету руководители промышленных предприятий города: ОАО «ММК», ОАО «ММК-МЕТИЗ», ОАО «Магнитогорский Гипромет», ИТЦ «Аусферр» и др.

Таблица 3

Инновационная деятельность МГТУ в 2003–2007 гг.

Показатели	2003	2004	2005	2006	2007
Инновационные подразделения, количество	0	2	6	42	41
В том числе: в стадии организации в стадии становления действующие	0	0	0	24	11
	0	0	0	6	7
	0	2	6	12	23
Объем научных исследований ИТЦ, тыс. руб.	0	0	258,62	5451,8	8348,08
В том числе: х/д НИР гранты услуги	0	0	16,0	4662,3	4670,39
	0	0	150	1575	2563,04
	0	0	92,762	634,5	1114,65
Участие в инновационных салонах и выставках / количество призовых мест	0/0	0/0	2/2	9/25	12/35
Издание каталогов инновационных разработок	1	1	3	5	4

Издательская деятельность в университете (рук. – Гусева М.Б.) направлена на обеспечение учебного процесса и развитие научного потенциала. Ежегодно в МГТУ выходит в свет 550–600 наименований учебно-методической и научной литературы. За период 2003–2007 гг. увеличилось количество изданий: монографий почти в три раза – с 11 до 31; учебных пособий – с 66 до 116, причем с грифами УМО – с 7 до 25.

Экспозиция учебной и научной литературы, изданной в университете, получила в 2006 г. Диплом международной книжной ярмарки во Франкфурте (Германия).

Традиционным стал выпуск межвузовских сборников научных трудов «Теория и технология металлургического производства», «Литейное производство», «Добыча, обработка и применение природного камня», «Электротехнические системы и комплексы», «Сплошные, слоистые и наноматериалы в производстве метизов», «Августовские чтения» и др.

С 2003 года издается научный журнал «Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И.Носова», где публикуются статьи, обзоры по актуальным проблемам в области технических, естественных и гуманитарных наук. С 2006 г. журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по рекомендации экспертных советов по разработке месторождений твердых полезных ископаемых, металлургии и металловедению. Полиграфический участок МГТУ оснащен современным оборудованием. В настоящее время освоены новые технологии печати, в том числе в цвете.

Хорошим подспорьем ректорату в определении перспектив развития вуза, выявления пробелов в учебно-воспитательной работе, повышении активности молодежи в научно-техническом творчестве, в решении социальных проблем и по иным вопросам стала в университете социологическая служба (рук. – Филатов В.В.). За последние пять лет проведено 14 социологических исследований по различной тематике. Среди них: «Востребованность специальностей и выпускников МГТУ на городском рынке труда», «Отношение студентов МГТУ к учебе», «Отношение преподавателей, сотрудников и студентов к социальной сфере МГТУ», «Отношение студентов МГТУ к научно-исследовательской работе» и др. Выводы и рекомендации социологической службы ректорат использует в практической деятельности.

За прошедшие 5 лет Лауреатами премии Правительства РФ в области науки и техники стали 11 специалистов вуза: Вдовин К.Н., Тулупов О.Н., Завьялов А.А., Кизин Д.И., Логинов А.В., Левандовский С.А., Карандаев А.С., Радионов А.А., Храмшин В.Р., Храмшин Т.Р., Чертоусов А.А., а Заслуженными деятелями науки РФ – Вдовин К.Н., Салганик В.М. Таких аналогов оценки научной деятельности я, честно говоря, не припоминаю за всю историю университета.

Работая с 2004 г. в ректорате (с 1.09.2004 г. – первым проректором), я вынашивал и реализовывал под руководством ректора программу ректората и свои идеи, высказанные мной в предвыборной кампании на должность ректора. Надеюсь и уверен, что с новой командой и прекрасным коллективом МГТУ нам по плечу серьезные задачи подготовки современных специалистов на солидной научной базе, которую мы создали и улучшаем постоянно.

Библиографический список

1. Никифоров Б.А. Вступительное слово главного редактора // Вестник МГТУ. 2003. № 1. С. 3.
2. Политика Магнитогорского государственного технического университета в области качества образовательных услуг и подготовки специалистов / Б.А. Никифоров, И.А. Селиванов, К.Н. Вдовин, М.С. Гаркави // Вестник МГТУ. 2003. № 1. С. 4–7.
3. Гун Г.С. О проблемах и достижениях вузовской науки // Вестник МГТУ. 2006. № 4. С. 130–136.
4. Исследование эволюции структуры 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 МГТУ. 2007. № 4. С. 89–93.

УДК 658.5

Рашников В.Ф.

РАЗВИТИЕ ОАО «ММК» КАК ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Магнитогорский металлургический комбинат как одну из крупнейших компаний отличают громадные масштабы производства. Предприятие выпускает сталь более 500 марок, листовой прокат в виде рулонов и листов горячекатаный и холоднокатаный 2000 и 1200 профилеразмеров соответственно, 120 видов сортовых профилей, 650 – холодногнутых и др. Комбинат входит в перечень 20 самых крупных металлургических компаний мира, охватывая около 20% внутреннего рынка металлопродукции. Естественно, что стратегическая линия предприятия в качестве важнейшей его задачи предусматривает получение конкурентоспособного стального проката и изделий из него [1]. При этом необходимым целевым условием достижения конкурентоспособности является обеспечение стабильного экономичного производства продукции гарантированного качества [2].

Достижение указанной цели реализуется решением следующих основных задач:

- завоевание лидирующих позиций в области разработки и внедрения новых технологий;
- улучшение качества металлопродукции и освоение новых видов продукции для удовлетворения текущих и будущих запросов и ожиданий потребителей;
- сохранение и расширение рынков сбыта и снабжения;
- повышение эффективности производства;
- сокращение вредных воздействий на окружающую среду;
- стимулирование всех работников на достижение целей;
- обеспечение социальной защищенности работников ОАО «ММК».

В 2007 году Магнитогорским металлургическим комбинатом произведено более 10 млн тонн агломерата, 5,3 млн тонн кокса, 9,5 млн тонн чугуна, 13,3 млн тонн стали, 12,2 млн тонн товарной металлопродукции.

Было продолжено освоение технологии выплавки стали в электропечах, что позволило по сравнению с 2006 годом увеличить выпуск стали на 6,5, а производство металлопродукции – на 7,6%. Это максимальный за всю историю комбината показатель. Предприятие сумело укрепить свои позиции в отрасли, произведя металлопродукции на 1,3 млн тонн больше, чем Череповец-

кий металлургический комбинат, и на 3 млн тонн больше, чем Новолипецкий металлургический комбинат.

Удалось усилить свои позиции на приоритетном внутреннем рынке. Отгрузка отечественным потребителям составила 7,3 млн тонн (в том числе на российский рынок – 6,3 млн тонн, СНГ – 1,0 млн тонн) или 60% от общего объема, что на 1,26 млн тонн (на 21%) больше, чем в 2006 году.

В 2008 году перед компанией стоят не менее амбициозные задачи. Производственная программа предусматривает производство агломерата 10,5 млн тонн, кокса – 5,5 млн тонн, чугуна – 10 млн тонн. Производство стали должно составить 14,1 млн тонн, в том числе конвертерной – 10,3 млн тонн, электростали – 3,25 млн тонн. Выпуск товарной продукции – 13 млн тонн, что почти на 800 тыс. тонн больше рекордного производства 2007 года.

Вместе с тем наличие и проявление существенных негативных рыночных тенденций, таких как ценовая неустойчивость рынка сырья, ухудшение мировой конъюнктуры, обострение конкуренции, значительное изменение потребительских предпочтений выдвигают перед предприятием новые задачи и требуют усиления инновационной направленности стратегической линии. В основе этого процесса – осуществление масштабного инновационного развития предприятия. Оно предусматривает выполнение за ограниченное время всеобъемлющей глубокой модернизации производства, сочетающей как коренную реконструкцию ряда действующих агрегатов, так и строительство мощнейших новых. При этом должны быть достигнуты производственные показатели и потребительские свойства продукции на уровне лучших мировых или выше.

В минувшем году Магнитогорский металлургический комбинат достиг не только рекордных объемов производства, но и вышел на международные фондовые площадки, дал старт реализации значимых в стратегическом плане инвестиционных проектов, в том числе за пределами Магнитки.

Программой капитального строительства и технического перевооружения в 2008 году запланирован общий объем затрат на сумму 51 млрд рублей, что превышает уровень 2007 года более чем в два раза. Эта сумма вложений сопоставима с

объемами затрат ММК на капитальное строительство за десятилетний период с 1996 по 2005 годы. При этом 74% капитальных затрат будет профинансировано за счет собственных средств.

Рассмотрим сущность ряда крупных инновационных проектов.

В этом контексте нельзя не отметить уже осуществленное масштабное мероприятие – строительство в 2005–2006 гг. и пуск фактически нового сортопрокатного завода в составе трех станов: крупно-, среднесортного 450 с годовой производительностью 780 тыс. тонн, средне-, мелкосортного 370 – с годовой производительностью 585 тыс. тонн и мелкосортнопроволочно-го (двухниточного) 170 – производительностью 765 тыс. тонн в год. Эти станы были спроектированы фирмой «Даниэли» с учетом последних концепций конструирования оборудования и развития технологии. Они являются агрегатами непрерывной прокатки. Основной целью реализации данного проекта стало совершенствование технологии производства, направленное на сокращение затрат, улучшение качества выпускаемой продукции, а также наиболее полное удовлетворение запросов потребителей. Выбор типов новых сортовых станов был обоснован задачей не только сохранить, но и расширить профильно-марочный сортамент продукции (табл. 1).

Нагрев непрерывнолитых заготовок осуществляется в малоокислительных нагревательных печах с шагающим подом. Прокатка сортовых и фасонных профилей на станах 370 и 450 ведется без кантовки раската за счет применения чередующихся горизонтальных и вертикальных клетей и возможности изменения положения конвертируемых клетей в чистовых группах в зависимости от схемы прокатки. Все клетки бесстанинного типа с валковыми кассетами.

Для контроля геометрических размеров проката, выходящего из чистовых клетей, и обеспечения его высокой точности в линиях станов установлены лазерные измерители профиля в горячем состоянии системы «Hi-Profile».

Высокая квалификация инженерно-технических работников и достаточная степень подготовки технологического персонала позволила в сжатые сроки достичь проектной производительности новых станов.

Далее перейдем к обзору крупных перспективных проектов.

В настоящее время заканчивается реконструкция широкополосного стана горячей прокатки 2000, на котором будет производиться до 6 млн т проката в год. Для этого во втором квартале 2008 года будет введена четвертая методическая печь. С целью производства рулонного проката класса прочности до Х70 толщиной до 18,7 мм установлены мощные гидравлические моталки, реконструирован чистовой окалиноломатель, увеличена обжимная способность чистовой группы клетей. Эти мероприятия позволили уже в январе текущего года произвести партию проката класса прочности Х70 толщиной 15,9 мм.

На широкополосном стане горячей прокатки 2500 ведется коренная реконструкция, предусматривающая строительство трех новых методических печей вместо существующих шести с монолитным подом, двухклетевой черновой группы универсальных клетей кварто, промежуточного перемоточного устройства «койлбок», новых ножниц (Н = 65 мм), мощной предчистовой клетки (F0), трех гидравлических моталок. Это позволит расширить сортамент продукции с 1,8–10,0 до 1,5–25,0 мм и увеличить массу готовых рулонов с 25 до 40 т. Строится новый агрегат поперечной резки этих рулонов.

В 2013 году оба стана будут производить 11,5 млн тонн горячекатаной стали.

С целью организации производства востребованного толстолистного проката для трубной, нефтегазовой отрасли, судо- и мостостроения, котло- и машиностроения в объеме до 1,5 млн тонн в год в 2007–2009 гг. ведется строительство уникального толстолистного стана (ТЛС) 5000 по контракту с немецкой компанией «SMS Demag».

Для обеспечения этого стана слябами реализу-

Таблица 1

Профильный сортамент новых сортовых станов ОАО «ММК»

Профиль	Стан			
	170	370		450
		в бунтах	в прутках	
Катанка, мм	0,50–0,01			
Арматура, номер	6–16	10–27	10–40	22–40
Круг, мм	0,11–0,22	0,41–0,63	0,41–0,05	0,22–0,57
Квадрат, мм	–	14×14–22×22	14×14–40×40	22–40
Полоса, мм	–	20×4–45×6	20×4–45×6	60–200
Шестигранник	–	–	25–40	25–40
Уголок равнополочный	–	–	25–35×4	40–125
Уголок неравнополочный	–	–	–	63×40–75×50
Швеллер, номер	–	–	–	5–18
Двутавр	–	–	–	№ 12
Масса бунта, кг	2200	до 2200	–	–
Длина прутков, м			5–12	5–12

ется проект строительства МЛНЗ №6 (контракт заключен в ноябре 2006 года с той же компанией). Эта машина будет производить до 2,0 млн т слябов в год шириной 1400–2700 мм, толщиной 190, 250, 300 мм. В настоящее время выполнено большинство фундаментов расширяемой части ОНРС ККЦ, ведется изготовление и установка металлоконструкций здания.

Новый цех с толстолистовым прокатным станом 5000 будет построен в составе следующих участков:

- нагревательных методических печей;
- горячей прокатки, включающего клеть кварто, листопрямляющие машины, делительные ножницы и др.;
- замедленного охлаждения проката;
- отделки листов и штрипса;
- термической обработки листов.

Самое современное оборудование и эффективная технология толстолистовой прокатки обеспечат производство на стане 5000 высоколиквидного проката (табл. 2) высочайшего качества (табл. 3).

В связи с увеличением производства автомобилей в РФ и ростом количества автосборочных предприятий в начале 2007 года было принято решение о строительстве нового комплекса холодной прокатки со станом 2000. Комплекс будет размещаться на территории ЛПЦ-11 с использованием существующих фундаментов. В июле 2007 года был заключен контракт с компанией «SMS Demag» на поставку основного технологического оборудования и вспомогательных установок (табл. 4, см. рисунок).

Контрактом предусмотрена поставка:

- травильной линии, соединенной с пятиклетевым станом тандем холодной прокатки производительностью 2 млн т в год;
- агрегата непрерывного горячего цинкования производительностью 450 тыс. т в год;
- комбинированного агрегата непрерывного отжига и горячего цинкования годовой производительностью 250 тыс. т оцинкованной продукции и 400 тыс. т холоднокатаной отожженно продукции;
- агрегата перемотки и инспекции полосы производительностью

300 тыс т в год;

- двух полуавтоматических линий упаковки производительностью 900 и 1100 тыс. т в год и др.

Комплекс холодной прокатки будет производить 700 тыс. т в год холоднокатаного оцинкованного проката, 400 тыс. т/г холоднокатаного отожженного проката в рулонах, 900 тыс. т/г хо-

Таблица 2

Размерный сортамент листов, прокатанных на стане 5000

Толщина, мм	после резки ножницами	8–50
	после газовой резки	51–160
Ширина, мм	после прокатки	1600–4900
	конечная, после обрезки кромки	1500–4800
	конечная, после продольной резки по оси	900–2400
	конечная, после продольной несимметричной резки	900 на неподвижной стороне при общей ширине листа 4100 мм 1600 на неподвижной стороне при общей ширине листа 4800 мм
Длина, мм	после прокатки	6000–52000
	конечная	6000–24000

Таблица 3

Предельные допустимые отклонения размеров толстых листов

Размер	Предельное допустимое отклонение, мм	
Толщина, мм	8,0–14,9	±0,23
	15,0–24,9	±0,30
	25,0–39,9	±0,40
	40–80	±0,55
	свыше 80	согласно нормам EN 10029 (таблица 1, класс D)
Ширина листа, мм	0; +3,0	
Длина, мм	от 0 до +16 на листе длиной 6 м	
	от 0 до +20 на листе длиной до 12 м	
	от 0 до +30 на листе длиной до 25 м	
Серповидность	не более 0,25 мм/м	
Плоскостность	соответствует половине значения, указанного в EN10029 (таблица 4, класс N)	

Таблица 4

Сортамент проката и производительность на агрегатах ЛПЦ-11

Технологическое оборудование	Производительность, т/г	Готовая продукция		Максимальная масса готовых рулонов, т
		толщина	ширина	
		мм		
Травильная линия – стан тандем	2100000	0,28–3,00	880–1880	43,5
Агрегат непрерывного горячего цинкования	450	0,30–3,00	850–1850	43,5
Комбинированный агрегат непрерывного цинкования/отжига	650	0,28–3,00	850–1880	43,5

лоднокатаного нагартованного проката. Около 23% продукции комплекса будут составлять высокопрочные стали, около 40% – сверхнизкоуглеродистые стали для штамповки сложных, в том числе лицевых деталей автомобилей.

Реализация крупнейших инновационных проектов ОАО «ММК» по строительству ТЛС 5000, реконструкции станов 2000 и 2500 позволит решить проблему импортозамещения сталей с категориями прочности X70–X120, необходимых при производстве труб для новых магистральных газо- и нефтепроводов. Гарантированные поставки штрипса и изготовление высококачественных труб для национальных трубопроводных проектов будут способствовать обеспечению независимости России в энергетической сфере.

Одной из наиболее важных сейчас задач является развитие долгосрочных и предсказуемых отношений с естественными монополиями и компаниями топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Между ОАО «ММК» и ГАЗПРОМом была утверждена программа научно-технического сотрудничества на 2007–2015 гг. Основной задачей программы является освоение импортозамещающих и новых видов проката для трубной продукции.

Именно долгосрочные соглашения и взаимодействие металлургов, производителей труб и компаний ТЭКа являются взаимовыгодными и эффективными. Это обусловлено ориентацией

таких альянсов на удовлетворение реальных потребностей энергетического комплекса страны, что стимулирует инновационное развитие отечественной промышленности.

Реализация проекта ОАО «ММК» по строительству ЛПЦ-11 позволит решить проблему импортозамещения проката для автомобильной промышленности.

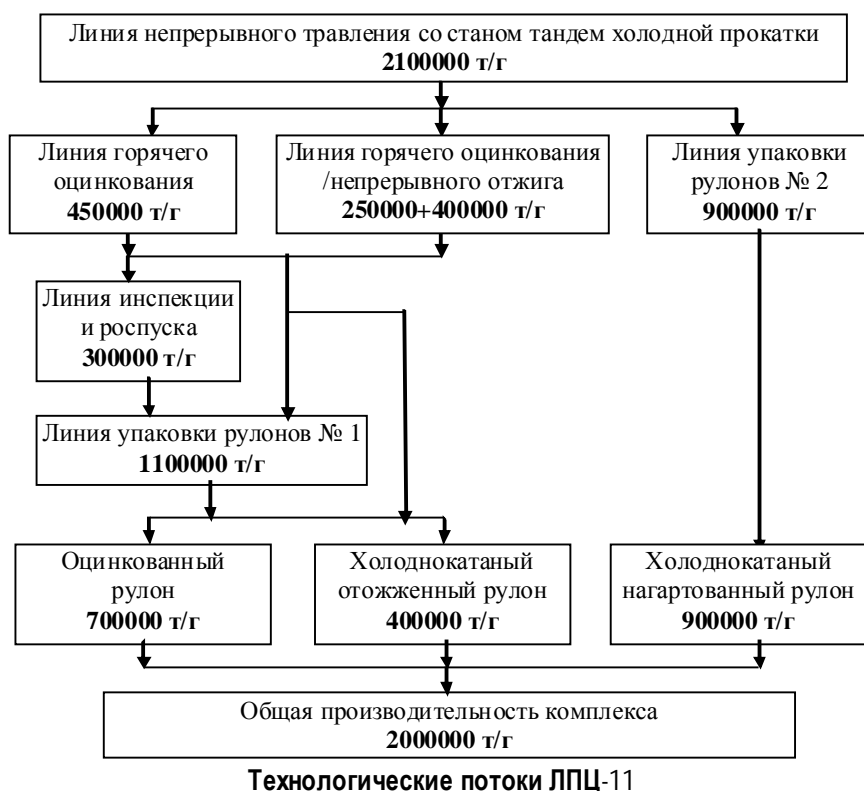
Важное значение для деятельности компании, повышения технико-экономических показателей, укрепления позиций на рынке черных металлов имеет развитие производства продукции глубокой переработки, в частности листовой стали с покрытиями.

Рынок оцинкованного проката в России показывает значительные темпы роста и при стабильном развитии экономики этот рост в ближайшие годы будет усиливаться. Данная тенденция прежде всего находится в прямой связи с увеличением объемов инвестиций в строительство. Ее также подтверждает положительная устойчивая динамика роста производства бытовой техники и промышленных холодильников.

В связи с указанным в цехе покрытий в 2007 году начато строительство нового агрегата горячего цинкования № 2 производственной мощностью 450 тыс. тонн в год по контракту с фирмой «Даниэли». Ввод агрегата планируется в июле 2008 года. В настоящее время закончены фундаментные работы под здание, ведется монтаж металлоконструкций.

Также интенсивно прогрессирует рынок потребления проката с полимерным покрытием, который за последние три года вырос с 470 тыс. т до почти миллиона. Спрос на данную продукцию имеет значительный потенциал роста. Достаточно указать, что в зарубежных развитых странах потребление этой продукции на одного человека почти в 2,5 раза выше, чем в нашей стране. Поэтому по контракту с фирмой «Фата Хантер» в цехе покрытий началось строительство агрегата полимерных покрытий № 2 мощностью 200 тыс. тонн в год. Пуск агрегата в эксплуатацию ориентировочно планируется в начале 2009 года.

В заключение необходимо подчеркнуть, что в системе задач социально-экономичес-



кого развития России трубопроводная инфраструктура и автомобильная промышленность играют наиболее значимую роль. Строительство новых трубопроводных систем на арктическом шельфе, в регионах Сибири и Дальнего Востока позволит России диверсифицировать маршруты поставок энергоносителей на внутренние и внешние рынки и тем самым укрепить систему обеспечения энергетической безопасности страны. Производство современных автомобилей из российской автолистовой стали позволит укрепить экономику России в целом.

Таким образом, последствия инновационного развития ОАО «ММК» многогранны: высокий технический и технологический потенциал, социальные и экономические преимущества не только для предприятия, но и для всей страны. Эффективное развитие предприятия позволяет ему успешно решать и важнейшие социальные задачи [3].

На реализацию социальных программ и благотворительность в 2008 году будет направлено почти 1,2 млрд рублей. Также в 2008 году предусмотрено увеличение средней заработной платы работников по сравнению с уровнем 2007 года на 14%.

Библиографический список

1. Рашников В.Ф. Развитие технологических систем на основе комплексного моделирования для производства конкурентоспособного стального проката: Дис. ... д-ра техн. наук. Магнитогорск, 1998.
2. Фундаментальная наука и металлургическое предприятие – стратегический альянс для инновационного развития / В.Ф. Рашников, А.А. Морозов, В.Н. Урцев, Ю.Н. Горностырев // Сталь. 2005. № 5. С. 117–119.
3. Рашников В.Ф., Сеничев Г.С., Бодяев Ю.А. Стратегия инновационного развития ОАО ММК // Вестник МГТУ. 2007. № 2. С. 3–6.

УДК 378.1

Лукьянов С.И.

НАУЧНО-ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МГТУ. ПОДХОДЫ И РЕШЕНИЯ

Концептуальной задачей приоритетного национального проекта «Образование» в части модернизации системы высшей школы является широкое развитие и внедрение инновационных технологий в образовательный процесс. В условиях рыночной экономики инновации в сфере образования должны быть направлены на повышение конкурентоспособности вузов на профильных для них рынках – рынке образования, рынке труда и рынке научно-технической продукции и услуг. Таким образом, инновационный университет – это вуз предпринимательского типа, который непрерывно создает и внедряет научные и образовательные инновации с целью повышения своей конкурентоспособности и устойчивого развития.

Главной задачей инновационного университета является качественная подготовка инновационно ориентированных специалистов в приоритетных для региона и страны областях техники и технологий на основе единого процесса образования, науки и производства. С целью успешного выполнения указанной задачи в инновационном университете должен обеспечиваться полный инновационный цикл продвижения новых научных результатов до конечных потребителей на указанных профильных рынках.

Решение задачи создания инновационного

университета невозможно без создания развитой инфраструктуры инновационной деятельности в научной и образовательной сферах.

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова (МГТУ), один из ведущих вузов России по подготовке кадров для металлургических предприятий, в комплексной программе развития МГТУ на период 2006–2010 годы однозначно определил свою стратегическую цель: становление университета инновационного типа, ориентированного на научное и многоуровневое кадровое обеспечение современного металлургического предприятия. Средствами достижения цели являются развитие материально-технической базы и направлений научных фундаментальных исследований, создание на их основе перспективных наукоемких технологий и подготовка специалистов, способных обеспечить опережающее кадровое сопровождение новых технологий и производств в металлургии.

Определены следующие приоритетные области научно-производственной деятельности университета, отвечающие требованиям Уральского федерального округа и Челябинской области:

- наукоемкие технологии в металлургии и машиностроении;
- новые материалы и химические технологии;
- глубокая переработка ресурсов;

- экология и рациональное природопользование;
- энергетика и энергосбережение;
- информационные технологии;
- транспорт;
- строительство;
- сельское хозяйство;
- образование;
- гуманитарные науки.

В настоящее время в МГТУ сформулирован завершённый инновационный цикл, направленный на коммерциализацию и трансфер интеллектуальной собственности университета, кадровое обеспечение инновационной деятельности, создание и инкубирование малых инновационных предприятий, поддержку и развитие среды генерации знаний. Инновационная инфраструктура МГТУ (рис. 1) представлена структурными подразделениями университета, а также созданными с участием университета юридическими лицами, обеспечивающими доведение результатов интеллектуальной деятельности до коммерческого продукта и структурную и финансовую поддержку на всех этапах продвижения инновации от идеи до промышленной серии.

Созданы и работают следующие университетские инновационные структуры (см. рис. 1):

- инновационно-технологический центр (ИТЦ);
- консалтинговая группа (КГ);
- информационно-рекламно-выставочный

центр (ИРВЦ);

- факультет повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов (ФПК и ППС);
- факультет послевузовского профессионального образования (ФППО).

К элементам внешней инновационной инфраструктуры университета относятся:

- некоммерческое партнерство «Магнитогорский инновационный бизнес-инкубатор» (МИБИ);
- некоммерческое партнерство «Магнитогорский технопарк МГТУ» (ИТП);
- международный союз производителей металлургического оборудования «Металлургмаш» (МСПО «Металлургмаш»);
- совместные научно-производственные группы специалистов ОАО «ММК» и ученых МГТУ (СНПГ);
- межвузовский региональный инновационный центр нанотехнологий (МРИЦН).

Инновационно-технологический центр (ИТЦ), как структурное подразделение университета, создан в феврале 2005 г. с целью организации в университете инновационной деятельности в области разработки и практической реализации новых технологий и конкурентоспособных видов продукции и обеспечения учебного процесса на современном научном оборудовании. Основными средствами реализации инновационной деятельности ИТЦ являются организация новых научно-исследова-

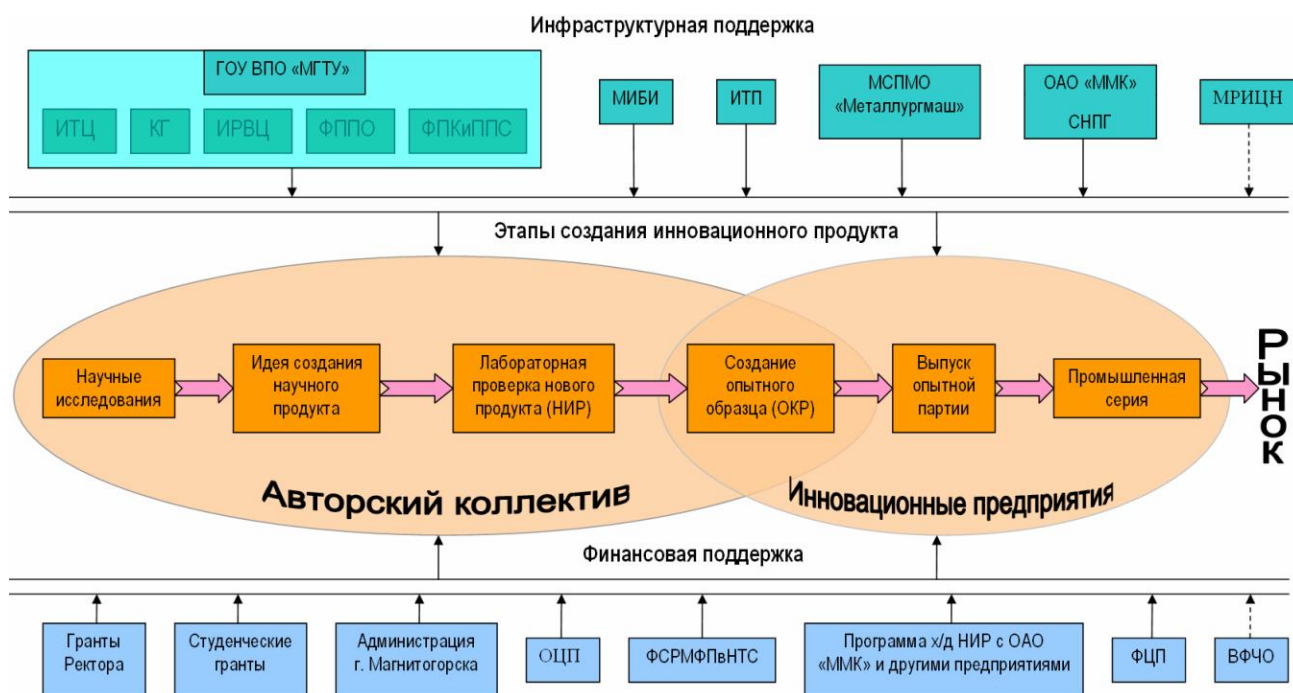


Рис. 1. Инновационная и инфраструктура МГТУ

тельских и научно-практических лабораторий, способных выполнять научные исследования на современном научном техническом уровне.

К основным научным видам деятельности ИТЦ относятся: фундаментальные исследования; научно-исследовательские работы, по которым в соответствии с техническим заданием выполняются инновационные научные исследования, проектные, опытно-конструкторские и технологические работы, разрабатываются инновационные технологии, образцы инновационных изделий, конструкторская документация; изготовление опытных образцов и установочных партий инновационной техники и материалов по результатам научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; оказание физическим и юридическим лицам информационных, технологических и консультационных услуг; внедрение результатов инновационных научных разработок.

В настоящее время ИТЦ включает в себя 9 центров и 10 факультетских подразделений. В общей сложности это 30 инновационных лабораторий (рис. 2).

За последние два года на оснащение подразделений ИТЦ современным научным и учебным оборудованием университет затратил более 5 млн руб. Из средств областного бюджета в рамках конкурса по направлению «Развитие фундаментальных научных исследований» получен грант в размере 1 млн руб. На реализацию инновационных проектов университета в рамках областного конкурса «Лучший инновационный проект Челябинской области» в 2005–2007 гг. получено 9 грантов на общую сумму 1975 тыс. руб.

В период 2005–2007 гг. сотрудниками подразделений ИТЦ оказано научных и образовательных услуг на 1,8 млн руб. и выполнено хозяйственных научно-исследовательских работ на сумму 9,3 млн руб.

Консалтинговая группа создана с целью оказания работникам университета и малым инновационным предприятиям необходимых консультационных услуг по направлениям: экономика, юриспруденция, налогообложение, маркетинг, патентная экспертиза, перевод иностранных текстов. В значительной мере заслугой консалтинговой группы является победа в областных конкурсах на лучший проект технопарка и бизнес-инкубатора, а также победы в конкурсах на «Лучший инновационный проект Челябинской области». В настоящее время специалистами консалтинговой группы проводятся учебные занятия по курсу «Основы бизнес-планирования» для студентов, аспирантов и сотрудников университета.

Факультет повышения квалификации и про-

фессиональной переподготовки специалистов выполняет функции кадрового сопровождения инноваций и непрерывной подготовки и переподготовки кадров для малых, средних и крупных предприятий Уральского региона. За последние 4 года переподготовку и повышение квалификации на факультете получили 1299 слушателей, в том числе 348 работников ОАО «ММК».

Факультет послевузовского профессионального образования осуществляет подготовку кадров высшей квалификации как неотъемлемой составляющей процесса генерации новых инновационных идей. Одним из последних достижений университета в этом направлении образовательной деятельности является заключение соглашения с ОАО «ММК» о подготовке кадров высшей квалификации по основным технологическим подразделениям комбината. Всего на ФППО в настоящее время обучается 365 человек.

Главными задачами информационно-рекламно-выставочного центра университета являются: своевременное обнаружение информации о конкурсах, конференциях, форумах, салонах и т.д. и оперативное оповещение заинтересованных лиц в их проведении; оказание помощи в оформлении заявок для участия в конкурсах и т.д.; реклама инновационных разработок университета с целью трансфера интеллектуальной собственности; подготовка материалов и представление инновационных разработок университета на выставках от городского до международного уровней. Основные результаты трехгодичной деятельности ИРВЦ:

- университет принял участие в 23 инновационных салонах и выставках инновационных разработок, где был удостоен 62 наград различного достоинства. Наиболее весомые награды: гранпри «Золотой Архимед», 3 диплома Роспатента, 2 золотые медали Международной выставки патентов в г. Нюрнберге, золотая медаль Готфрида Вильгельма Лейбница и т.д.;

- в декабре 2007 года совместно с Администрацией г. Магнитогорска был успешно проведен I городской инновационный салон. По итогам салона было принято решение о его целесообразности и ежегодном проведении;

- создан, размещен на сайте университета и ежегодно модифицируется банк инновационных разработок университета. 77 лучших разработок в 2005 году были размещены в базе данных результатов научно-технической деятельности вузов Федерального агентства по науке и инновациям, реализованных в 2003–2004 гг. 8 разработок университета в 2007 г. включены в федеральную базу данных «Проекты применения технологий Рос-

сийской Федерации», созданную Министерством промышленности и энергетики РФ. Всего в базе данных размещены около 250 разработок вузов, научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий России;

- изданы 3 каталога «Инновационные разработки МГТУ», более 90 инновационных разрабо-

ток университета вошли в каталоги «Инновационный потенциал Челябинской области», вышедшие в 2005–2007 гг.

В 2007 году по инициативе университета и руководства ОАО «ММК» созданы совместные научно-производственные рабочие группы из числа ведущих специалистов комбината и ученых универ-

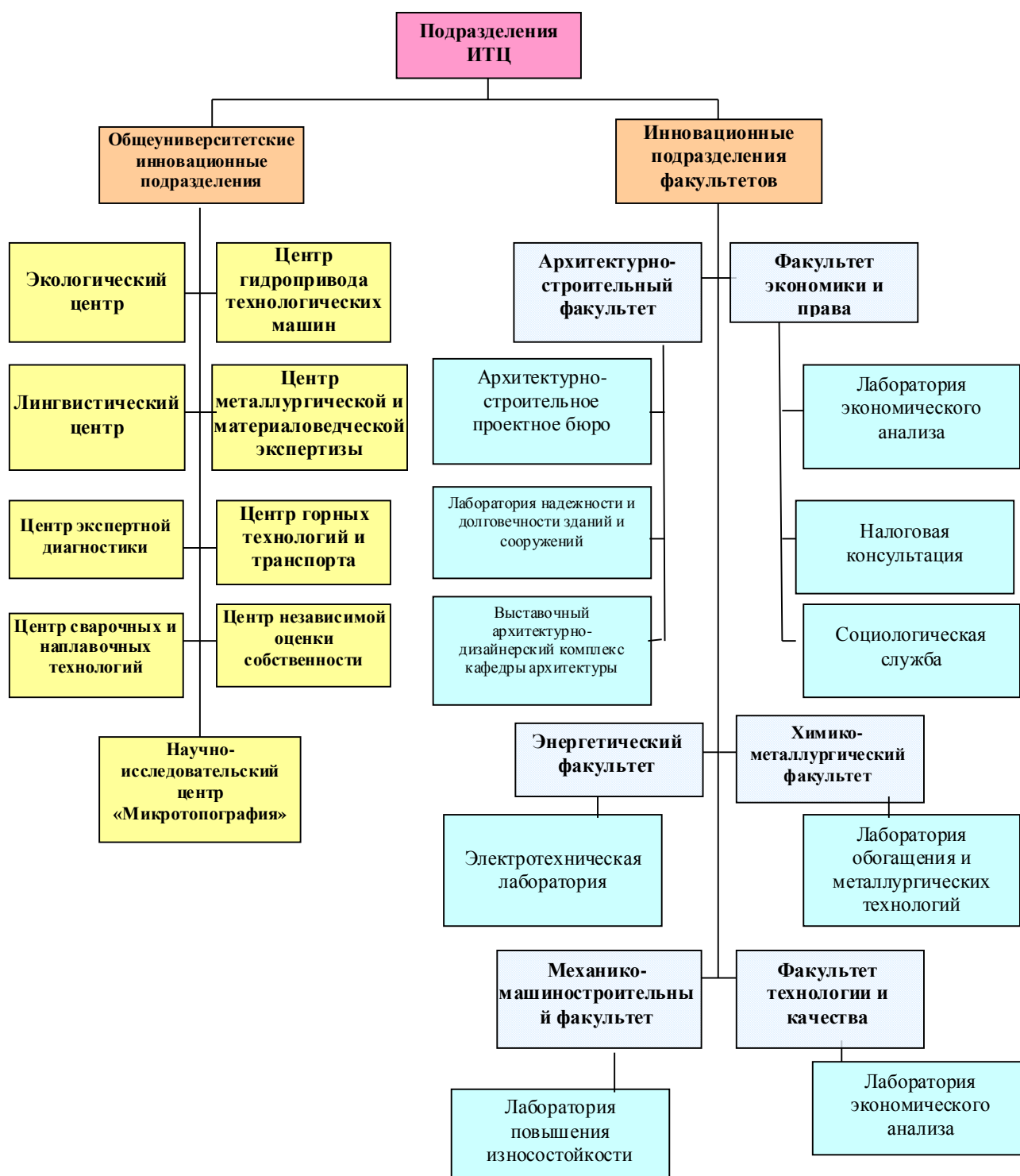


Рис. 2. Структура инновационно-технологического центра МГТУ

ситета с целью анализа текущего состояния основных производств комбината и его дочерних предприятий, определения перспектив их развития, составления текущего и перспективного планов научных исследований и выявления перспективных технологий в металлургическом производстве. Рабочие группы созданы по следующим приоритетным направлениям развития ОАО «ММК»: «Обеспечение ОАО «ММК» сырьевой базой», «Транспорт», «Металлургическое производство», «Прокатное производство», «Поиск резервов энергосбережения и повышения надежности электрооборудования в подразделениях ОАО «ММК», «Автоматизация технологических процессов и формирование управленческих решений на базе современных информационных технологий в среде КИС ОАО «ММК», «Механическое оборудование, машиностроение, запчасти и комплектующие для металлургического производства», «Охрана окружающей среды и промышленная безопасность», «Строительные технологии, материалы и безопасность сооружений от ОАО «ММК», «Метизное производство». По каждому направлению разработаны планы-графики работы совместных групп. Итогом деятельности рабочих групп в 2007 году стало утверждение программы научно-исследовательских хозяйственных работ между МГТУ и ОАО «ММК» на 2008 год объемом более 50 млн руб.

В марте 2006 г. университет стал одним из учредителей некоммерческого партнерства «Инновационный технопарк МГТУ». В 2007 г. проект технопарка стал победителем конкурса «Лучший проект инновационного технопарка на территории Челябинской области» с выделением гранта в размере 5 млн руб. В марте того же года НП «Инновационный технопарк МГТУ» аккредитован как инновационное предприятие на территории Челябинской области. В настоящее время в офисных и производственных помещениях технопарка размещены 7 малых предприятий.

По итогам конкурса «Лучший проект по созданию инновационного бизнес-инкубатора на территории Челябинской области» в декабре 2006 года получен грант в размере 2 млн руб. на создание НП «Магнитогорский инновационный бизнес-инкубатор» в области информационных технологий. Одним из соучредителей некоммерческого партнерства является МГТУ. В 2007 году осуществлен ремонт офисных помещений, приобретены мебель, компьютерное оборудование, отвечающее всем современным требованиям. Из городского бюджета выделены 265 тыс. руб. на содержание инфраструктуры некоммерческого партнерства. В настоящее время на площадях бизнес-инкубатора размещены 2 малых предприятия.

В 2005 г. университет стал одним из соучредителей Международного союза производителей металлургического оборудования «Металлургмаш» (г. Москва) с целью продвижения разработок университета на российский и международный рынки и создания на базе университета центра подготовки и переподготовки кадров для металлургических предприятий страны. В период с мая 2006 г. по февраль 2008 г. на базе МГТУ проводилось повышение квалификации сотрудников УГМК-Холдинг (Серовский металлургический завод, Тюменская промплощадка). Было обучено более 150 человек по более чем 10 специальностям. В настоящее время подготовлены учебные планы 14 месячных курсов повышения квалификации по специальностям «Обработка металлов давлением» и «Металлургия черных металлов», по которым в ближайшее время планируется обучение 30 человек.

Основные источники финансирования инфраструктуры (см. рис. 1):

- гранты Ректора и средства университета;
- областные и университетские студенческие гранты;
- Администрация г. Магнитогорска;
- областная целевая программа «Развитие инновационной деятельности в Челябинской области» (ОЦП);
- Фонд содействия развитию малых предприятий в научно-технической сфере (ФСРМФП в НТС);
- программа хозяйственных научно-исследовательских работ;
- федеральные целевые программы (ФЦП);
- венчурный фонд Челябинской области (ВФЧО).

Объемы финансирования из первых четырех источников приведены выше в тексте статьи.

В 2007 г. в рамках 65-й научно-технической конференции молодых ученых университета под эгидой Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере впервые проведен конкурс по программе УМНИК. По итогам конкурсного отбора, состоявшего из трех этапов, победителями признаны 6 проектов молодых ученых университета. Один инновационный проект стал победителем конкурса программы УМНИК по итогам научно-технической конференции, проходившей в Московском институте стали и сплавов.

В 2007 г. университетом выполнены 246 научно-исследовательских работ, в том числе 156 хозяйственных, для 56 предприятий. Для наиболее крупного заказчика – ОАО «ММК» выполнено 55 работ. Общий объем финансирования

составил 61,4 млн руб.

Вуз является одним из исполнителей проекта по аналитической ведомственной целевой программе «Развитие научного потенциала высшей школы (2006–2008 гг.)» по разделу «Проведение фундаментальных исследований в области технических наук» (И.В. Шадрюнова). В 2007 г. вуз заключил два государственных контракта на выполнение научно-исследовательских работ в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007–2012 годы» по программным мероприятиям «Проведение проблемно-ориентированных поисковых исследований и создание научно-технического задела в области индустрии наносистем и материалов» и «Проведение опытно-конструкторских и опытно-технологических работ совместно с иностранными научными организациями или по тематике, предлагаемой бизнес-сообществом» (М.В. Чукин, Г.С. Гун). Общий объем финансирования научно-исследовательских работ из средств федерального бюджета составляет около 12 млн руб.

Венчурный фонд Челябинской области находится в стадии организации. На его создание

в 2008 г. предусмотрено в областном бюджете 120 млн руб.

Инновационная инфраструктура МГТУ непрерывно преобразуется в соответствии с решениями Правительства и Президента РФ. В начале 2008 г. на Ученом совете университета принято решение о создании в его структуре научно-исследовательского института наносталей и на собрании учредителей подписан протокол намерений и проект положения о создании Межвузовского регионального инновационного центра нанотехнологий*. Кроме университета его соучредителями являются Уфимский государственный авиационный технический университет, ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Магнитогорский метизно-калибровочный завод», ООО «Завод металлоизделий – Профит», ИТЦ «АУСФЕРР».

Таким образом, в университете созданы все предпосылки для успешного продвижения научных разработок на рынок инновационных продуктов, технологий и услуг.

* Гун Г.С. О проблемах и достижениях вузовской науки // Вестник МГТУ. 2006. № 4. С. 130–136.

УДК 669.1.013.5

Урцев В.Н., Морозов А.А., Горностырев Ю.Н., Платов С.И., Гун Г.С., Корнилов В.Л.

ИНИЦИАТИВА УРАЛЬСКИХ УЧЕНЫХ В ОБЛАСТИ КВАНТОВОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Общеизвестно, что инновационная деятельность, в особенности связанная с созданием принципиально новых технологий, представляет собой сложный, рискованный и поэтому малопривлекательный для частных инвесторов процесс. Вместе с тем, как показывает опыт передовых стран мира, только на этом направлении предприятия могут повысить свою устойчивость и достичь высоких конкурентных позиций на мировом рынке, создавая основу для укрепления национальной экономики в целом. Поэтому повышение инновационной активности российских компаний, как неоднократно отмечалось Президентом и Правительством РФ, является одной из наиболее принципиальных задач при переходе России на несырьевой, инновационный путь развития.

Менеджмент ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ОАО «ММК»), понимая важность стоящих перед страной задач, адекватно оценивает складывающиеся рыночные тенденции и рассматривает поддержку научных ис-

следований и развитие наукоемких технологий как одно из стратегических направлений своей деятельности [1,2].

ОАО «ММК» совместно с Исследовательско-технологическим центром «Аусферр» и Магнитогорским государственным техническим университетом уже продолжительное время развивает научно-производственные связи в нескольких направлениях:

- расширение и углубление контактов с научно-исследовательскими учреждениями и отдельными специалистами для обсуждения наиболее значимых достижений науки о стали и возможности их использования в производственной практике комбината;
- предоставление на конкурентной основе грантовой поддержки наиболее перспективным и хорошо проработанным инновационным проектам;
- реализация совместных научных проектов для адаптации новых решений к существующим производственным процессам.

Традицией стало проведение в г. Магнитогорске школы-семинара «Фазовые и структурные превращения в сталях», получившей широкую известность среди металлургов России (в апреле 2008 г. семинар будет проводиться уже в шестой раз). Наряду с производственниками, сотрудниками исследовательских подразделений Магнитогорска в них принимают участие крупные ученые ведущих исследовательских центров зарубежных стран, Москвы, Санкт-Петербурга, Урала и Сибири. Традиционной особенностью школы-семинара является сочетание докладов фундаментальной и прикладной тематики. Важными итогами мероприятия являются восстановление контактов между учеными и производственниками, возросший уровень проводимых в Магнитогорске исследований, инициирование новых научных направлений, результаты которых могут иметь серьезное практическое значение.

Сегодня нет сомнений, что во многих случаях свойства и поведение материалов могут быть выведены из микроскопического описания явлений, происходящих на атомном и электронном уровне. Хотя наблюдается множество примеров существенного прогресса в материаловедении, достигнутого без использования квантово-механического моделирования, дальнейшее продвижение часто оказывается невозможным без понимания процессов на атомном уровне. Предсказание фазовой и кристаллической структуры твердого тела требует расчета полной энергии системы с последующей минимизацией этой энергии по отношению к координатам электронов и ядер. Однако при рассмотрении состояния электронов возникает проблема описания движения огромного числа частиц (порядка 10^{23}), подчиняющегося законам квантовой механики [3].

Возможность с помощью квантово-механических расчетов надежного предсказания полной энергии и структуры системы электронов и ядер открывает большие перспективы в области физического материаловедения. Наиболее существенным результатом первого этапа исследований стало выяснение особой роли магнитного состояния в фазовой стабильности стали. Вывод о том, что полиморфному превращению предшествует изменение магнитного состояния, позволил сформулировать новые подходы к задаче оптимизации технологических процессов и указал пути решения давней фундаментальной проблемы о природе микроскопических механизмов и факторах, определяющих кинетику полиморфного превращения. Дальнейшее развитие этих представлений в сочетании с экспериментальными исследованиями и натурными испытаниями

позволит подойти к решению ряда научных и практических проблем, связанных с превращениями в стали, указать новые пути управления структурным состоянием и заметного улучшения потребительских свойств.

Одним из достижений уральских ученых стало открытие в Магнитогорском государственном техническом университете Научно-исследовательского института наносталей, который будет развивать направление, названное Президентом страны одним из приоритетных.

Также результатом десятилетней совместной работы стала презентация в феврале 2008 г. в стенах Магнитогорского государственного технического университета международного проекта «Инициатива северных стран в области квантового материаловедения» и подписание договора о сотрудничестве между научными организациями России, Швеции, Германии и Нидерландов, приведенного ниже.

Договор нашел поддержку со стороны вице-президента по финансам и экономике ООО «Управляющая компания ММК» В.И. Шмакова, исполнительного директора ОАО «ММК» Б.А. Дубровского, директора ОАО «ММК-Метиз» А.Д. Носова и других руководителей промышленных предприятий региона, присутствующих при его подписании.

ДОГОВОР О СОТРУДНИЧЕСТВЕ ИНИЦИАТИВА СЕВЕРНЫХ СТРАН В ОБЛАСТИ КВАНТОВОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

I. Участники Договора:

- 1 ЗАО «Институт квантового материаловедения», Екатеринбург, Россия
- 2 Фонд науки и образования «Интелс», Магнитогорск, Россия
- 3 Магнитогорский государственный технический университет, Магнитогорск, Россия
- 4 Институт физики металлов, УрО РАН, Екатеринбург, Россия
- 5 Институт теоретической физики Гамбургского университета, Гамбург, Германия
- 6 Королевский технологический институт, Стокгольм, Швеция
- 7 Институт молекул и материалов, Рабдоудский университет, Наймеген, Нидерланды

II. Цель соглашения:

взаимное сотрудничество в организации научных исследований, обучения аспирантов и кандидатов наук в области физики, химии и материаловедения.

III. Конкретная исследовательская деятельность включает следующие сферы:

- материаловедение и физика твердого тела (исследование кристаллических и магнитных структур, физических и химических свойств):
 - разработка фундаментальных принципов структурной стабильности и фазовых превращений;
 - свойства дефектов и их связь с механическими свойствами металлических сплавов;
- квантовое материаловедение (разработка новых методов расчета электронной и магнитной структуры кристаллических и аморфных твердых тел, пьезомагнитных и магнитоотрицательных соединений переходных металлов, суперкомпьютерного моделирования электронной структуры и свойств новых материалов):
 - дальнейшая разработка подхода, соединяющего теорию функционала электронной плотности и теорию динамического среднего поля;
 - разработка новых методов моделирования Монте-Карло сложных процессов и структур.
- поиск сфер применения новых и/или усовершенствованных материалов, как например:
 - тонко- и толстопленочные материалы; плоские и модулированные структуры, наноструктуры;
 - конструкционные и функциональные материалы;
 - новые способы и технологии подготовки для промышленного применения.

IV. Объекты исследования включают следующие классы соединений:

- структурные материалы: интерметаллидные соединения, сплавы на основе железа и стали;
- функциональные материалы (алюминиевые и титановые сплавы);
- наноструктуры, пленки, многослойные материалы;
- объемные наноматериалы, получаемые интенсивной пластической деформацией.

V. Форма сотрудничества:

- по взаимному согласию, стороны-участники формируют совместные научно-исследовательские группы по темам, перечисленным выше, и обеспечивают необходимые условия для их реализации, включая квалифицированный исследовательский персонал, поддержку, доступ к необходимому оборудованию;
- стороны-участники обеспечивают условия для обмена информацией и результатами исследований, включая обмен образцами новых фаз и материалов, способами синтеза и анализа, данными по их характеристикам и свойствам, исследованиями;
- стороны-участники обеспечивают возможно-

сти для ученых соответствующих учреждений, участвующих в реализации конкретного проекта, посещать другие участвующие учреждения на короткий (1–3 месяца) и длительный (до 1 года) период;

- обеспечиваются возможности для совместных публикаций научных результатов, подачи совместных патентов по результатам совместных проектов, участие в научных встречах и конференциях в США, России и если необходимо в других странах;
- организуются совместные конференции и семинары, а также встречи для обсуждения текущей исследовательской деятельности;
- разработка и обмен новыми научными компьютерными пакетами.

VI. Результаты исследовательской работы, вытекающей из настоящего сотрудничества, являются общей собственностью всех учреждений.

Любая передача результатов исследований третьей стороне согласуется с учреждениями-участниками и осуществляется в форме доступной через Интернет общей WEB базы данных. Результаты, полученные при такой передаче, в равной мере распространяются между учреждениями настоящего соглашения.

VII. Финансовая поддержка конкретного проекта обеспечивается сторонами-участниками и если необходимо другими дополнительными учреждениями на основе отдельного соглашения.

VIII. Текущая деятельность в объеме настоящего соглашения координируется следующими со-директорами:

Россия: Ю.Н. Горностырев, профессор, ЗАО «Институт квантового материаловедения», Екатеринбург;

Германия: А.И. Лихтенштейн, профессор, д-р, Институт теоретической физики Гамбургского университета, Гамбург

Нидерланды: М.И. Кацнельсон, профессор, Институт молекул и материалов Радбоудского университета, Наймеген

Швеция: Б. Йоханссон, профессор, Королевский технологический институт, Стокгольм

Со-директора имеют право подписи для определения рабочих программ, фамилий участников, фамилий приглашенных, дат их поездок.

IX. Для выполнения совместных проектов учреждения покрывают следующие расходы участников:

1) Расходы авиаперелетов из страны прожи-

вания в пункт прибытия принимающей страны, покрываемые либо приглашаемым учреждением или приглашающим учреждением, по взаимному согласию на индивидуальной основе.

- 2) Приглашающее учреждение покрывает командировочные расходы иностранных представителей из пункта прибытия в принимающей стране.
- 3) Обеспечивает медицинское и другое необходимое страхование.
- 4) Обеспечивает возможности для научных поездок (конференции, другие учреждения), связанные с проектной деятельностью.

Х. Соответствующее учреждение (i) содействует подбору, включению в заявку и обмену аспирантами-соискателями степени кандидата наук и кандидатами наук-соискателями степени доктора наук для получения возможностей образования и проведения исследований в другой стра-

не; (ii) в случае необходимости организует изучение другого (иностранного) языка; и (iii) приглашает отобранных членов факультета для чтения лекций.

XI. По взаимному согласию стороны могут вносить поправки в настоящее Соглашение. Все поправки и дополнения должны составляться в письменном виде и подписываться соответствующим представителем(ми) учреждения.

XII. Настоящее Соглашение действует в течение двух лет и вступает в силу 1 января 2008 г.

XIII. Настоящее Соглашение может быть продлено на последующие два года, если все стороны в письменном виде за три месяца до истечения срока выразят свое согласие на продолжение сотрудничества.

Подписи участников: Ю.Н. Горностырев, В.Н. Урцев, В.М. Колокольцев, В.В. Устинов, А.И. Лихтенштейн, М.И. Кацнельсон, Б. Йоханссон.

Библиографический список

1. Рашников В.Ф., Морозов А.А., Урцев В.Н., Горностырев Ю.Н. Фундаментальная наука и металлургическое предприятие – стратегический альянс для инновационного развития // Сталь. 2005. № 5. С. 117–119.
2. Морозов А.А., Тахаутдинов Р.С., Урцев В.Н., Платов С.И. Фундаментальные научные исследования как элемент стратегии технического развития металлургического предприятия // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2004. № 3 (7). С. 28–30.
3. Рашников В.Ф., Морозов А.А., Урцев В.Н., Горностырев Ю.Н. Квантовое материаловедение стали // Сталь. 2007. № 2. С. 14–106.

УДК621.778.014-426:620.172.242

Чукин М.В., Гун Г.С., Барышников М.П., Валиев Р.З., Рааб Г.И.

ОСОБЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ НАНОСТАЛЕЙ*

Для проектирования технологических процессов получения изделий с использованием процессов обработки давлением необходимы научные знания о поведении материалов при приложении внешней нагрузки. Теоретическое описание такого поведения наноструктурных сталей осуществляется путем построения реологических моделей. Реологические модели строятся на основе идеализации истинных диаграмм сжатия и диаграмм деформирования с учетом эффектов, сопровождающих пластическую де-

формацию и наиболее существенных свойств деформируемой среды. В связи с этим целью настоящих исследований является определение сопротивления деформации при испытаниях на сжатие Стали 20 и Стали 45 в исходном состоянии и после равноканального углового прессования (РКУП) в зависимости от степени и скорости деформации, а также вывод обобщенного уравнения состояния для данных материалов. Выбор этих марок стали объясняется их широким использованием для производства различных метизных изделий с применением процессов волочения, высадки и др.

Пластометрические исследования проводили при температуре 20°C на цилиндрических образцах с исходным диаметром 6 мм и высотой 9 мм. Образцы для испытаний изготавливались из центральных областей осесимметричных заготовок

* Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 гг.» по направлению «Конструкционные стали с ультрамелкодисперсной и наноструктурой, методы их получения и обработки» (контракт № 02.513.11.3196).

токарной обработкой. Для достижения однородного напряженно-деформированного состояния в процессе осадки использовали полировку и смазку контактных поверхностей. Статистическая достоверность результатов эксперимента достигалась проведением не менее трех параллельных испытаний для каждого значения скорости и степени деформации с фиксацией (расчетом) текущих значений степени деформации и сопротивления деформации. Число фиксируемых во времени испытаний пар значений $\varepsilon_i - \sigma_i$ равнялось 10-ти вне зависимости от величины предельной деформации. Оценку однородности напряженно-деформированного состояния (НДС) осуществляли качественно по графикам распределения скорости деформации в зависимости от степени деформации для каждого испытываемого образца. В связи с достаточно высокими степенями деформации диаграммы деформирования строили без учета упругости. Деформационный предел прочности определяли как максимальную степень относительной деформации, при которой происходит разрушение образца (появление радиальных трещин), фиксируемых визуально.

Сопоставление полей экспериментальных точек деформационного упрочнения образцов из Стали 20 (находящейся в исходном состоянии), а также Стали 20 с объемной наноструктурой иллюстрирует **рис. 1**.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что после процесса РКУП наиболее существенное упрочнение наноструктурных низкоуглеродистых сталей наблюдается в диапазоне от 10 до 30% степеней деформации. По сравнению со Сталью 20, находящейся в исходном состоянии, максимальное значение прироста сопротивления деформации наностали 20 наблюдается при степени деформации 15–17% и составляет 150–200 МПа, что в относительном выражении составляет 22–27%.

При более высоких степенях деформации (за счет видимых процессов разупрочнения низкоуглеродистых наносталей) разница в величинах σ_s нивелируется и достигает для степени деформации 50% всего 12–14%, а на предельных степенях деформации (около 70%) – 8–9%. При этом для рассматри-

ваемой марки стали после РКУП наблюдается 5–7% увеличение пластических свойств (сравнение производилось по величинам деформационного предела прочности).

Поэтому при проектировании технологий волочения и калибрования низкоуглеродистых наносталей в аспекте получения эффекта наибольшего упрочнения (для готовой проволоки) при расчете маршрута обработки степень деформации на завершающих переходах необходимо ограничивать до 20–30%. В то же время промежуточные переходы можно рассчитывать из условия достижения максимальной степени деформации, не превышающей 76%.

На **рис. 2** представлены аппроксимирующие и расчетные кривые деформационного упрочнения для наностали 20 и Стали 20, находящейся в исходном состоянии, построенные по реологическим моделям.

Как следует из приведенных зависимостей, статистические модели адекватно отражают характер изменения значений сопротивления деформации в зависимости от степени относительной деформации и могут быть использованы при расчетах маршрутов волочения (калибрования) проволоки.

Следующим этапом исследований явилось сравнение реологических свойств среднеуглеродистых сталей, типичным представителем которых является Сталь 45. На **рис. 3** приводится сопоставление полей экспериментальных точек

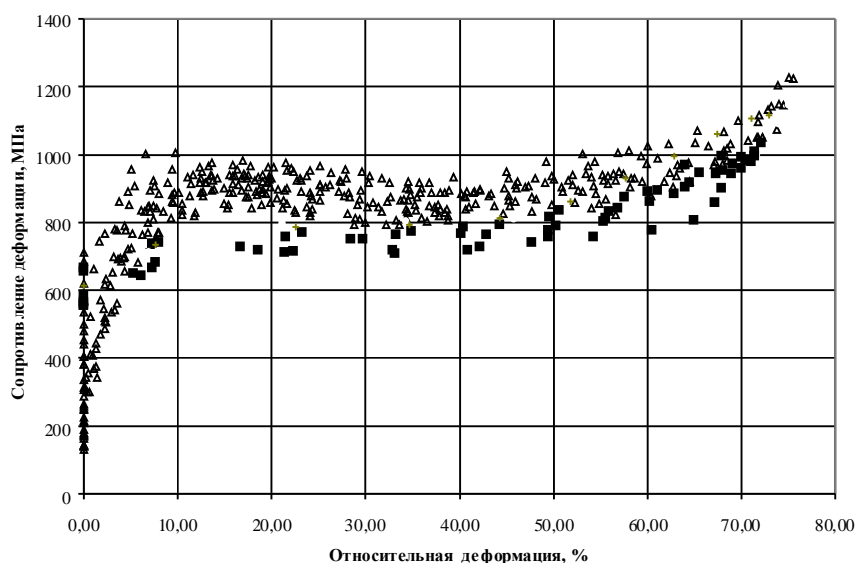


Рис. 1. Поля экспериментальных значений зависимости сопротивления деформации от степени деформации для наноструктурной Стали 20 после РКУП с предварительным улучшением (светлые треугольники) и Стали 20, находящейся в исходном состоянии (темные квадраты)

деформационного упрочнения образцов из Стали 45, находящейся в исходном состоянии, а также Стали 45 с объемной наноструктурой.

Характер полученных кривых свидетельствует, что после процесса РКУП наиболее существенное упрочнение наноструктурных среднеуглеродистых сталей наблюдается в диапазоне от 15 до 30% степеней деформации. Однако в отличие от низкоуглеродистых сталей максимальное значение прироста сопротивления деформации (наблюдаемое при степени деформации также 15–17%) всего 50–80 МПа, что в относительном выражении составляет менее 6%.

При более высоких степенях деформации разница в величинах σ_s между материалами с традиционной и наноструктурой для данных марок стали находится в диапазоне 3–4% и сохраняется до предельных значений степеней деформации (деформационного предела прочности). Модули упрочнения при этом отличаются также незначительно, а именно: 1,03 – для наностали 45 и 1,08 – для Стали 45 с традиционной структурой (до степени деформации 55%), а также 1,53 – для наностали 45 и 1,48 – для Стали 45 с традиционной структурой (со степени деформации 55% до

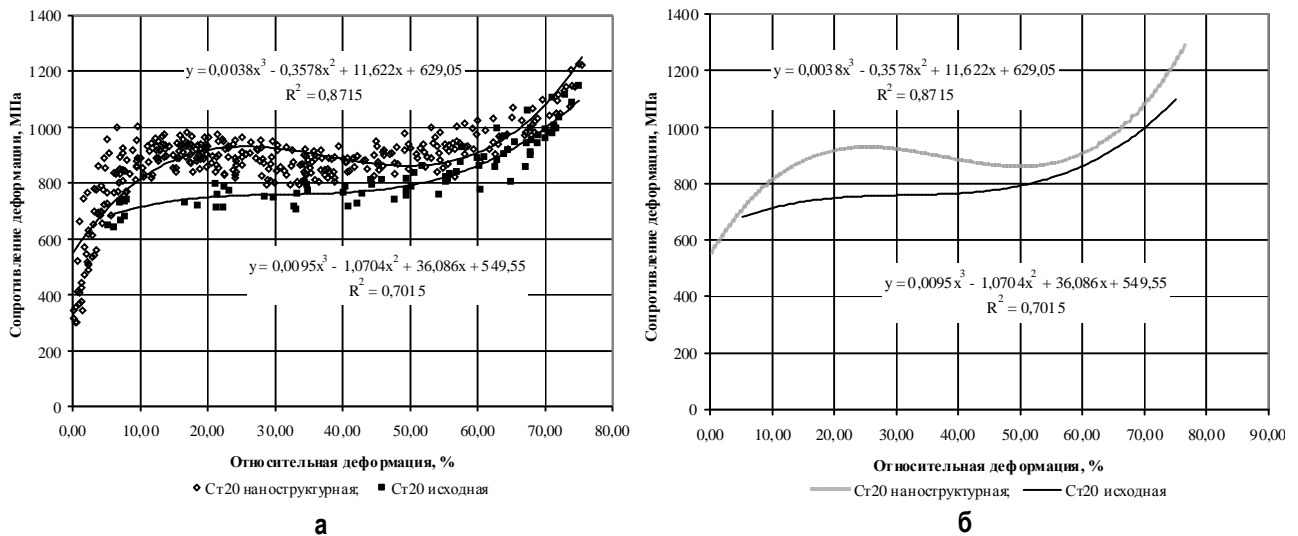


Рис. 2. Аппроксимирующие (а) и теоретические (б) кривые зависимости сопротивления деформации от степени деформации для наноструктурной стали 20 после РКУП с предварительным улучшением (светлые треугольники) и Стали 20, находящейся в исходном состоянии (темные квадраты)

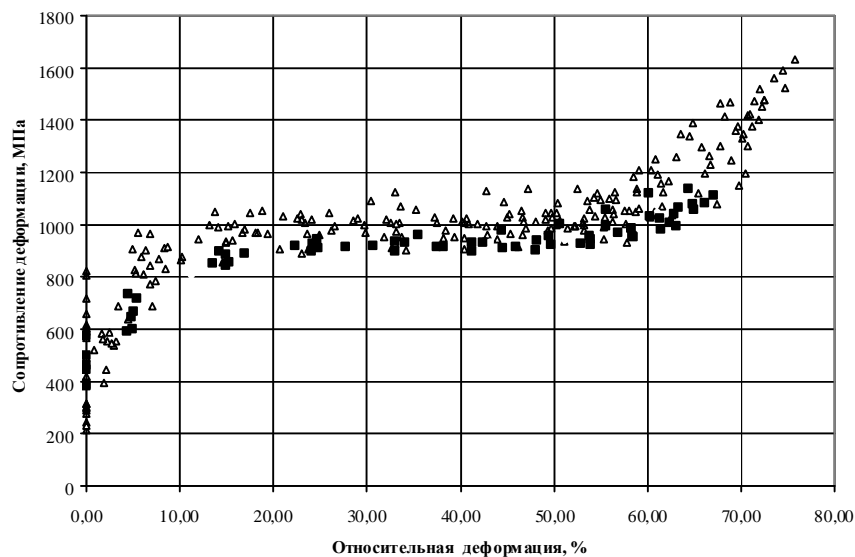


Рис. 3. Поля экспериментальных значений зависимости сопротивления деформации от степени деформации для наноструктурной стали 45 после РКУП с предварительным улучшением (светлые треугольники) и Стали 45, находящейся в исходном состоянии (темные квадраты)

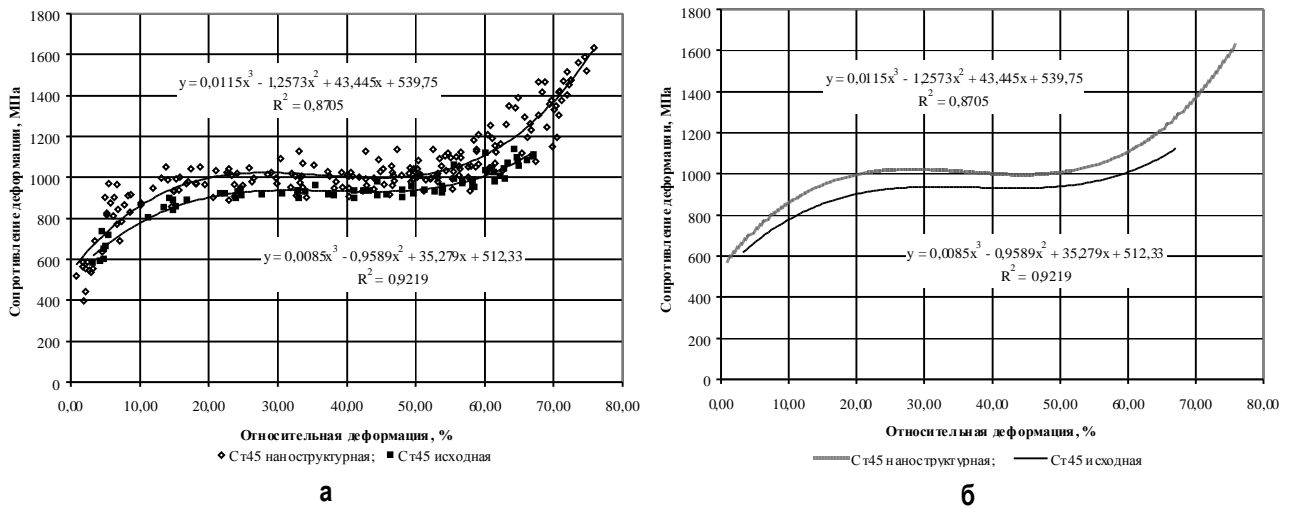


Рис. 4. Аппроксимирующие (а) и теоретические (б) кривые зависимости сопротивления деформации от степени деформации для наноструктурной стали 45 после РКУП с предварительным улучшением (светлые треугольники) и Стали 45, находящейся в исходном состоянии (темные квадраты)

деформационного предела прочности). Такой характер изменения реологических свойств хорошо иллюстрирует рис. 4, где представлены аппроксимирующие и расчетные кривые деформационного упрочнения для наностали 45 и Стали 45, находящейся в исходном состоянии, построенные по реологическим моделям.

Одним из важнейших аспектов поведения рассматриваемых материалов является существенное увеличение значений деформационного предела прочности (с 63 до 74%), что в относительном выражении составляет более 17%. Из полученных зависимостей следует, что при проектировании технологий волочения и калибрования Стали 45 с объемной наноструктурой в аспекте получения эффекта наибольшего упрочнения (для готовой проволоки) снимается ограни-

чение 20–30% степени деформации (что характерно для наностали 20). Кроме того, процесс обработки давлением можно рассчитывать до суммарной деформации, не превышающей деформационный предел прочности 74%.

Таким образом, полнота и статистически подтвержденная достоверность научных знаний, полученных в ходе проведения исследований, позволяет перейти к следующему (наиболее важному в прикладном и инновационном аспекте) этапу, а именно пооперационной разработке технологических режимов процесса волочения наноструктурных сталей, расчетов маршрута и дробности волочения, а также исследованиям деформационной неоднородности материалов с наноструктурой в реальных процессах обработки материалов давлением.

УДК 622.7/ 628.3

Шадрунова И.В., Орехова Н.Н.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОВЛЕЧЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ТЕХНОГЕННЫХ ГИДРОМИНЕРАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ

Истощение традиционной сырьевой базы горнодобывающих предприятий, рост цен на медь, ужесточение экологической политики государства, дефицит водных ресурсов приводит к необходимости вовлечения в переработку гидроминерального сырья – техногенных стоков.

Экологический мониторинг состояния стоков промышленных предприятий на территории Южного Урала, проведенный лабораторией «Комплексного освоения техногенных месторождений» ИТЦ ГОУ ВПО «МГТУ» показал, что содержание цветных и редких металлов в техно-

генных стоках близко к их содержаниям в традиционном гидроминеральном сырье. Так, при добыче и переработке сульфидных руд на предприятиях цветной металлургии Урала происходит образование около 30 млн м³ в год кислых вод, которые в среднем содержат: от 0,1 до 1,2 г/л меди, 0,2–1,5 г/л цинка, до 0,04 г/л свинца, никеля, от 0,2 до 1,8 г/л железа. Общая минерализация техногенных стоков может достигать 36 г/л, а концентрация меди на отдельных участках превышает ПДК_{рх} в 60–70 раз, цинка – в 20–370 раз, марганца – в 30–85 раз, железа в 3–20 раз. Ежегодно с кислыми рудничными водами теряется около 15 тыс. т меди, столько же цинка, порядка 40 тыс. т железа и значительные количества сурьмы, ртути и других металлов. Все это свидетельствует о потенциальной возможности утилизации техногенных вод в качестве дополнительного источника получения цветных, редких и черных металлов и позволяет рассматривать их как «жидкую руду».

Для изучения закономерностей формирования медьсодержащих гидроминеральных месторождений на горных предприятиях и научного обоснования механизма извлечения меди из них электрохимическими методами Федеральное агентство по образованию поручило ГОУ ВПО «МГТУ» выполнение работ по проекту: аналитической ведомственной целевой программы Минобрнауки «Развитие научного потенциала высшей школы (2006–2008 годы)» с ежегодным объемом финансирования 2 млн рублей.

Для выполнения проекта создан многопрофильный коллектив, объединяющий 57 специалистов восьми кафедр четырех факультетов университета и металлургического отделения ГОУ СПО «МИК», созданы пять творческих групп: гидрогеохимическая, гидрометаллургическая, материаловедения, моделирования, учебно-методическая. Совместными исследованиями с ИПКОН РАН установлены основные направления и меры обеспечения экологической безопасности функционирования горных предприятий с минимизацией отходов производства, максимально полным их использованием и переработкой с получением дополнительной продукции. В рамках проекта изучены гидрогеологические особенности медно-колчеданных месторождений Урала (Сибайского, Учалинского, Бакр-Узяк, Юбилейного, Александринского) и определены типы рудничных вод, образующихся на них; установлены особенности фильтрации подземных вод в

горных породах при формировании медьсодержащих техногенных гидроресурсов Учалинского, Бурибаевского и Сибайского промрайонов.

В ходе исследований выявлена определяющая роль природных факторов в формировании химического состава и объемов водопритока шахтных и поверхностных вод. Установлено, что качественный и количественный состав техногенных вод, формирующихся на обрабатываемых медно-колчеданных месторождениях, зависит от воздействия таких факторов, как климат, рельеф, тектоника района; динамический режим водоносных горизонтов, их связь и взаимодействие с поверхностными водами.

Фактор сезонности является определяющим в формировании объемов и химического состава водопритоков подотвальных вод и существенно значимым для шахтных и карьерных вод. Повышенная концентрация в них меди отмечается в период с июля по октябрь. В год раннего паводка и засушливого лета утилизацию меди из вод следует проводить с мая по ноябрь.

Для классификации техногенных вод, позволяющей выбрать методы их утилизации, предложены интегративные классификационные признаки: индекс меди стока (I_{Cu}), показатель содержания меди, интегративный показатель качества техногенного медьсодержащего гидроресурса (ИК).

Индекс меди стока определяется как отношение концентрации меди в воде к суммарной концентрации тяжёлых металлов. По значению данного классификационного признака техногенные гидроминеральные медьсодержащие ресурсы разделены на 3 класса: 1 класс – 0...0,4 – невозможно селективное извлечение меди; 2 класс – 0,4...0,8 – возможно низкоселективное извлечение меди; 3 класс – более 0,8 – возможно селективное извлечение меди.

Технологическая классификация медьсодержащих стоков основана на следующих критериях и показателях: pH среды как показателе преобладающей формы меди в стоке; значении концентрации меди в стоке и отношении концентрации меди к концентрации цинка в стоке.

В зависимости от концентрации меди в растворе pH начала осаждения меди в виде гидроксида составляет 4,2...6,2, сдвигается в более кислую область при преобладании в стоке растворённого железа и в более щелочную область при преобладании в стоке растворённого цинка. Значение начала осадкообразования меняется в

зависимости от общего солесодержания вод.

По значению pH выделены две группы техногенных гидроминеральных ресурсов горнорудных предприятий:

- сточные воды с преобладанием меди в ионной форме (медь в лабильной форме); к этой группе в зависимости от концентрации меди можно отнести воды со значением активной реакции в интервале pH 1,5 – (4,2...6,2);

- сточные воды с преобладанием меди в виде коллоидных структур гидроксидов (медь в нелабильной форме); к этой группе в зависимости от концентрации меди можно отнести воды со значением активной реакции в интервале pH (4,2...6,2) – 11,5.

По значению концентрации меди в техногенных гидроминеральных ресурсах выделены три группы вод:

- воды с содержанием меди до 3 мг/дм³ – требуют очистки до норм ПДК и не являются медным ресурсом;

- воды с содержанием меди 3...50 мг/дм³ – требуют очистки до норм ПДК, ПДС, медным ресурсом могут являться при достаточных расходах;

- воды с содержанием меди более 50 мг/дм³ – должны быть использованы как медьсодержащий гидроресурс.

По отношению концентрации меди к концентрации цинка в стоке медьсодержащие ресурсы нами разделены на три группы:

первая группа – меньше 0,4 – возможно низкоселективное извлечение меди;

вторая группа – 0,4...0,65 – возможно селективное извлечение меди;

третья группа – больше 0,65 – возможно выселективное извлечение меди.

Интегративный показатель качества техногенного медьсодержащего гидроресурса (ИК) включает интеграцию трёх показателей (содержание меди, активную реакцию (значение pH) и отношение концентрации меди к концентрации цинка). В результате варьирования и комбинации различных значений каждого показателя, входящего в ИК, формируется 18 классов техногенных медьсодержащих стоков, требующих переработки и утилизации по предложенным унифицированным технологиям сорбции, ионного обмена, осаждения, цементации, гальванокоагуляции, электролиза или их комбинации.

На основе анализа формирования техногенных медьсодержащих водопотоков на Среднеуральском медеплавильном заводе, Сибайском

филиале Учалинского ГОКа УГМК, Гайского ГОКа и ООО «Березовское рудоуправление (шахты «Южная» и «Северная») разработаны методические рекомендации по формированию водопотоков заданного качества. Объектами мониторинга являются: продуктивные растворы выщелачивания, технологические хвосты, жидкие отходы вспомогательных процессов обогащения, стоки мокрой газоочистки, смывные стоки, карьерный водоотлив, шахтный водоотлив, дренажные воды, фильтрационные воды, атмосферные сточные воды.

Процесс формирования потоков медьсодержащих гидроминеральных ресурсов осуществляется в три этапа: мониторинг качества техногенных вод; выбор метода извлечения меди и очистки сточных вод; селекция водных ресурсов.

Формирование потоков рекомендуется проводить, исходя из возможности последовательной организации стадий:

извлечение меди из медьсодержащих стоков после отдельных циклов и переделов горного предприятия, что обеспечит условия эффективной утилизации извлекаемой меди;

обезвреживание объединенных сливов первой стадии, что позволит использовать эффекты взаимоочистки и снизит эффект соленакопления;

доочистка отдельных потоков общего слива второй стадии в соответствии с требованиями технологического процесса, в который направляется каждый поток или требованиями к качеству стоков, сбрасываемых в водоём или на рельеф.

Для организации извлечения меди необходимы локализация потоков разного качества, создание накопительных и усреднительных емкостей и сооружений, селекция потоков по интегративному показателю качества. Недопустимо значительное разубоживание концентрированных по меди стоков. Не следует стремиться к нейтрализации кислых сточных вод, так как наиболее эффективное извлечение меди достигается из растворов, в которых медь находится в ионной форме. Возможно подкисление концентрированных медьсодержащих слабокислых, нейтральных и слабощелочных стоков для перевода ионов меди из нелабильной в лабильную смешением их с сильнокислыми медьсодержащими стоками при равенстве индексов меди в стоке I_{Cu} .

Технико-экономический анализ показал, что для извлечения меди из кислых стоков горных предприятий наиболее эффективны электрохимические методы – цементация и гальванокоагуляция.

Цементация широко применяется для очистки растворов от примесей и для извлечения металлов из растворов, является наиболее изученным и дешёвым методом извлечения меди из стоков. В случае цементации исключаются затраты на электроэнергию, но в очищенном стоке накапливаются ионы металла цементатора.

Гальванокоагуляционный метод извлечения металлов является наиболее перспективным, характеризуется принципиально новыми техническими решениями, обеспечивающими эффективность и простоту аппаратного оформления процесса. Извлечение меди из сточных и оборотных вод производится в проточных аппаратах барабанного типа в непрерывном режиме путем использования магнитных форм соединений железа, получаемых в этих же аппаратах электрохимическим способом в режиме гальванопары без введения химических реагентов. При этом отпадает необходимость использования внешних источников тока. Формирование потоков техногенных сточных вод необходимо проводить, исходя из возможности последовательной организации следующих стадий: гальванохимическое извлечение меди, что обеспечивает условия эффективной утилизации извлекаемой меди; гальванокоагуляционная доочистка слива в соответствии с требованиями технологического процесса или требованиями к качеству стоков, сбрасываемых в водоём или на рельеф.

Нами установлено, что при гальванокоагуляционном извлечении меди из сточных вод одновременно действуют следующие механизмы процесса: катодное осаждение катионов, образование ферритов меди, образование оксидов и гидроксидов меди, коагуляция. Важным техническим преимуществом является образование ферритов меди без введения химических реагентов, что исключает повторное загрязнение очищаемой воды, позволяет возвращать воду и медь в основное производство.

Следует отметить, что гальванокоагуляция обладает свойством авторегулирования, так как при увеличении содержания солей меди растёт скорость растворения железа за счёт повышения электропроводности растворов; процесс не тре-

бует предварительной коррекции pH, применим как для кислых, так и для щелочных растворов в широком диапазоне температур от 3–5 до 80–90°C при любом значении величины pH растворов от 0 до 14. Исследования показали, что для эффективного извлечения меди в гальванокоагуляторе должны выполняться следующие условия: переменный контакт электродов (компонентов гальванопары); время разрыва контакта не менее 15–20 с для деполяризации анода; свободный доступ кислорода в зону реакции; протекание окислительно-восстановительных процессов в плёночном слое на границе раздела твердой, жидкой и газовой фаз. Разработанная технология гальванокоагуляционного извлечения меди из техногенных медьсодержащих стоков горных предприятий с получением ферритов заданной структуры обеспечивает получение высокой массовой доли меди в осадке, позволяющей утилизировать его в металлургическом переделе.

Безотходные электрохимические технологии могут быть использованы и для очистки техногенных стоков до норм ПДК. Установки имеют широкий диапазон производительностей, что позволяет извлекать медь из локальных потоков сточных вод. Преимуществами предлагаемых решений являются возможность создания оборотного водоснабжения, стадийность извлечения, отсутствие вторичных загрязнений, утилизация всех получаемых продуктов.

Так обоснованное ИПКОН РАН принципиально новое понимание недр Земли как многофункционального техногенно изменяемого ресурса жизнедеятельности реализуется в конкретных инновационных технологиях освоения гидроминеральных георесурсов. Эффективная реализация аналитической ведомственной целевой программы Минобрнауки «Развитие научного потенциала высшей школы (2006–2008 годы)» обеспечивает комплексность подготовки педагогов высшей профессиональной школы и инженеров, ориентированных как на практическую, так и на аналитическую работу, гибко адаптируемых к изменениям содержания профессиональной деятельности как безусловное требование экологичности горных технологий.

УДК 621.778.014-426:620.172.242

Чукин М.В., Копцева Н.В., Валиев Р.З., Яковлева И.Л., Zrnik G., Covarik T.

ДИФРАКЦИОННЫЙ ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУБМИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ И НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ КОНСТРУКЦИОННЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ ПОСЛЕ РАВНОКАНАЛЬНОГО УГЛОВОГО ПРЕССОВАНИЯ И ПОСЛЕДУЮЩЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ*

Управление структурой и свойствами материалов посредством интенсивной пластической деформации (ИПД) [1–3] является актуальной задачей современного материаловедения. Получение сталей с субмикроструктурной (СМК) и нанокристаллической (НК) структурой, обладающих улучшенными механическими и функциональными свойствами [4, 5], является одной из важнейших задач, решаемых в приоритетном направлении «Конструкционные стали с ультрадисперсной и наноструктурой, методы их получения и обработки».

Для конструктивных применений в различных отраслях промышленности и народного хозяйства большой интерес представляют технологии, позволяющие получать объемные (крупногабаритные) ультрамелкозернистые и наноструктурные стали с уникальными физико-механическими и эксплуатационными свойствами [1, 2, 6–10]. Эти технологии базируются на методах ИПД. Используя методы ИПД, можно добиться значительного уменьшения размера зерна и получения высокопрочного состояния без изменения химического состава. Особое внимание уделяется методу равноканального углового прессования (РКУП), который был предложен в 1970-х годах В.М. Сегалом и в начале 90-х развит Р.З. Валиевым [6, 8, 9]. Метод РКУП дает возможность получить беспористые объемные материалы с ультрамелкозернистой структурой, т.к. исключается конечное формоизменение заготовки и могут быть получены высокие степени деформации без разрушения материала, что практически недостижимо другими методами.

В целом, несмотря на достаточно большое число публикаций по тематике, связанной с ис-

следованием структуры и свойств субмикроструктурных металлов, процессы и механизмы, обуславливающие такие изменения в свойствах, остаются малоизученными. Кроме того, из-за сложности проведения деформации в основном выбираются относительно пластичные металлы (медь, никель, алюминий) и их сплавы. В последние годы заметно возрос интерес к такому классу широко используемых материалов, как стали, однако многие вопросы формирования их структуры и свойств при ИПД остаются открытыми. Для широкого практического использования объемных СМК и НК сталей с применением методов ИПД требуется изучение закономерностей формирования структуры и свойств при ИПД, механизмов деформации и упрочнения в деформируемых материалах. Однако до сегодняшнего дня структурообразование в сталях при РКУП практически не исследовано, нет данных по режимам ИПД в сочетании с термической обработкой для получения сверхмелкозернистых и наноструктурных состояний.

Целью данной работы является исследование особенностей формирования тонкой структуры углеродистых конструктивных сталей, подвергнутых термическому улучшению с целью повышения однородности структуры, РКУП и последующему волочению.

Для исследования были выбраны стали марок 20 и 45 промышленных плавок, которые широко используются для изготовления различных деталей и изделий в машиностроении. Образцы калиброванного проката диаметром 20 мм и длиной 120 мм перед РКУП подвергались термическому улучшению по режимам: для стали 20 – закалка от 880°C с последующим отпуском при 600°C, для стали 45 – закалка от 880°C с последующим отпуском при 700°C. Термическую обработку заготовок исследуемых материалов осуществляли в электропечах типа SNOL. Точность поддержания температуры в печи при проведении термической обработки заготовок составила $\pm 5^\circ\text{C}$.

Процесс РКУП реализовывался в условиях Института перспективных материалов ГОУ ВПО

* Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 гг.» по направлению «Проведение опытно-конструкторских и опытно-технологических работ совместно с иностранными научными организациями Чехии по приоритетным направлениям Программы» (контракт № 02.527.11.9019).

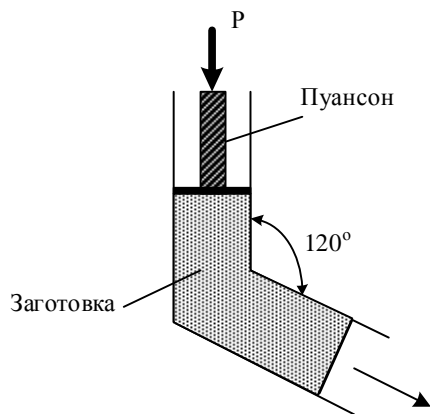


Рис. 1. Схема равноканального углового прессования

«Уфимский государственный авиационный технический университет». РКУП проводилось при 400°C. Угол пересечения каналов инструмента составлял 120° (рис. 1), количество проходов – 4 цикла с поворотом образца вокруг продольной оси на 90° после каждого прохода, что обеспечивало знакопеременную деформацию.

После РКУП образцы подвергались волочению на промышленных станах по традиционной

технологии.

Дифракционный электронно-микроскопический анализ структуры тонких фольг, вырезанных из центральных областей поперечного сечения обработанных образцов, проводили на просвечивающем электронном микроскопе JEM-200СХ в светлом и темном поле при напряжении 160 kV.

Качественный и количественный микроанализ проводился на микроскопе «ЭПИКВАНТ» с использованием системы компьютерного анализа изображений SIAMS-600.

Твердость измерялась методом Роквелла (шкала В и С) и методом вдавливания алмазной пирамиды на твердомере ПМТ-3 при различных нагрузках.

Исходная структура стали 20 без термообработки и РКУП состояла из феррита с размером зерна 21,8 мкм и перлита, объемная доля которого составляет 24%, а в стали 45 объемная доля перлита составляла около 60%, размер зерна феррита – от 15,8 до 29 мкм.

При проходе через оснастку в зоне пересечения каналов в материале происходит деформация простого сдвига высокой интенсивности. При повторении процедуры степень деформации образца

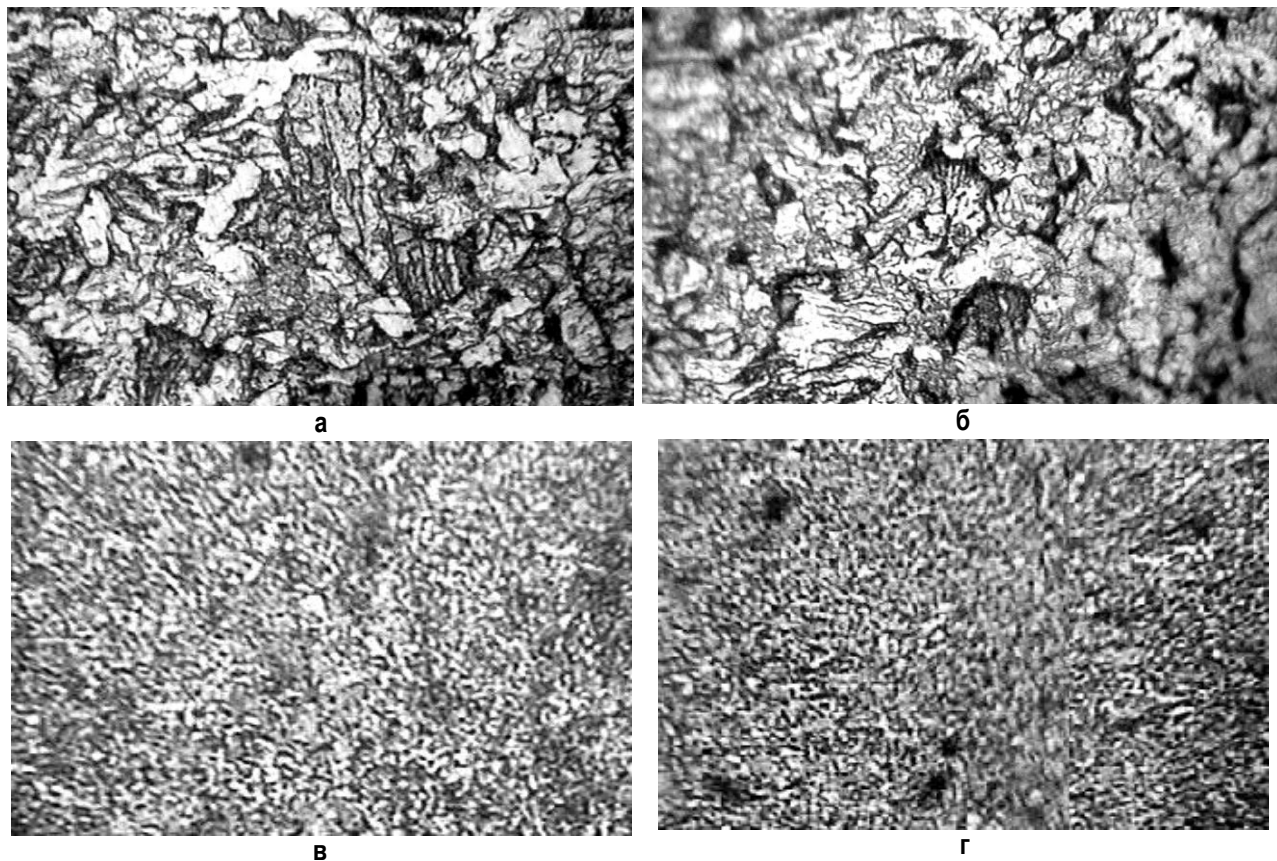
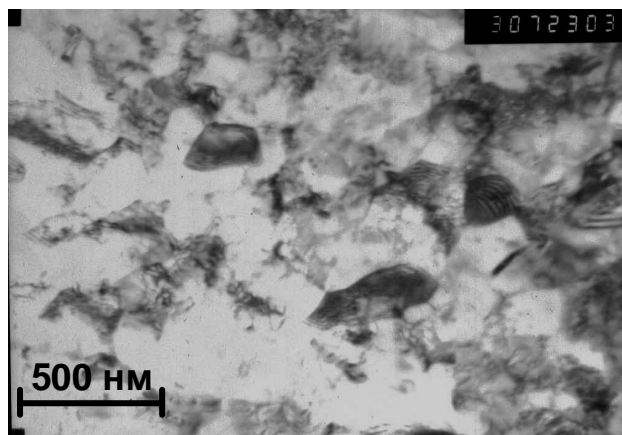
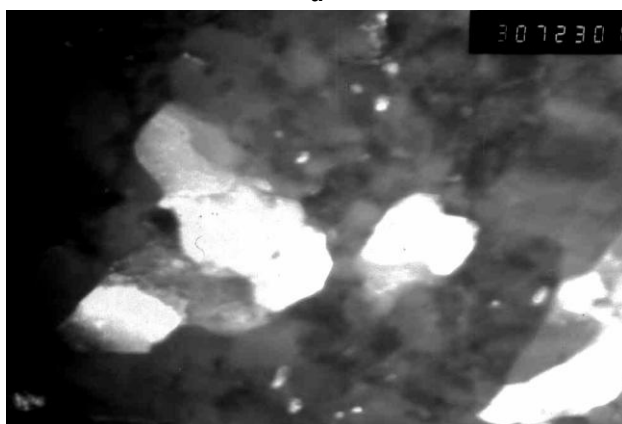


Рис. 2. Структура в центре (а, в) и у поверхности (б, г) поперечного сечения образцов из стали 20 (а, б) и стали 45 (в, г) после РКУП в улучшенном состоянии, × 1000

возрастает. Структурообразование в ходе РКУП представляет собой результат интенсивного наклепа, релаксации напряжений и динамического возврата, вследствие которых дислокационная структура эволюционирует и формируется ультрамелкозернистое строение металла.



а



б



в

**Рис. 3. Микроструктура стали 20 после РКУП в улучшенном состоянии, $\times 30000$:
а – светлопольное изображение; б – темнопольное изображения в рефлексе 110_{Φ} («подсвечивает» карбидный рефлекс); в – электронограмма с изображенного участка**

Анализ результатов металлографического исследования показал, что при РКУП предварительно улучшенных по указанным режимам заготовок из сталей 20 и 45 происходит интенсивное диспергирование структурных составляющих и формируется структура (рис. 2), определить величину зерна которой методами оптической микроскопии не представляется возможным.

Электронно-микроскопическое исследование показало, что в стали 20, при РКУП формируется структура, состоящая преимущественно из ультрамелких зерен феррита размером 300–500 нм (рис. 3, а) и более крупных зерен феррита с размерами до 1000 нм и более (рис. 4, а). Размер зерна определялся методом темнопольного анализа.

Электронограммы, полученные методом микродифракции электронов (рис. 3, в) с участков, подобных изображенным на рис. 3, а, представляют собой множество рефлексов, расположенных по концентрическим окружностям, т.е. являются практически кольцевыми. Это свидетельствует о том, что они были получены от множества мелких зерен, имеющих большеугловые границы и ориентированных произвольным образом.

Крупные зерна феррита, подобные изображенным на рис. 4, а, фрагментированы, т.е. при РКУП происходит образование субграниц, сопровождающееся разориентацией микрообъемов в пределах одного зерна, что подтверждается размытием рефлексов феррита на электронограммах и темнопольным анализом микроструктуры (рис. 4, б).

Наличие в структуре зерен с размерами от ультрамелких до микромелких, (т.е. с бимодальным распределением) позволяет условно отнести полученную структуру к бимодальным. Это может, как было установлено, повысить пластичность не только в процессе испытания на растяжение, но и в процессе циклической деформации (что важно для повышения усталостных свойств) [11].

Следует отметить, что ярко выраженная металлографическая текстура наблюдалась лишь в отдельных участках (рис. 5).

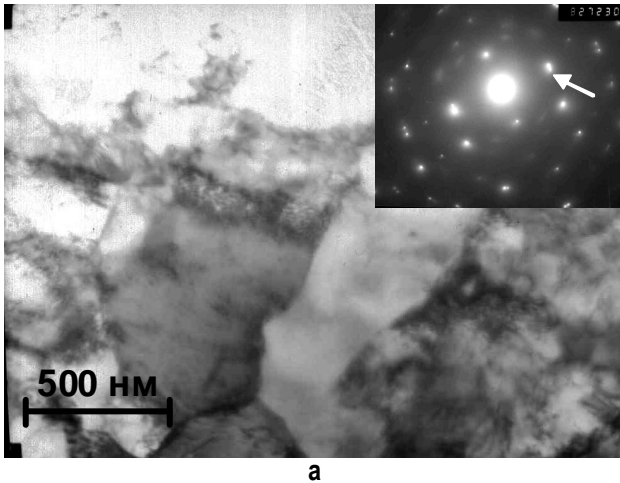
Карбидные рефлексы на микроэлектронограммах в подавляющем большинстве случаев отсутствуют, что свидетельствует о небольшом количестве карбидных частиц и их малых размерах. Такие частицы можно было наблюдать только на отдельных участках (рис. 6). Размер карбидных частиц составляет от 16 до 100 нм.

Тонкая структура стали 45 после предварительного улучшения и РКУП (рис. 7) во многом аналогична микроструктуре стали 20 после такой же обработки. Однако количество карбидных частиц больше, и они более крупные (рис. 8).

При этом на практически кольцевых электронограммах наблюдаются отчетливые карбидные

рефлексы (см. рис. 7).

Размер мелких зерен феррита, определенный с помощью темнопольного метода, составил 200–360 нм, крупных – до 670 нм, а размер кар-

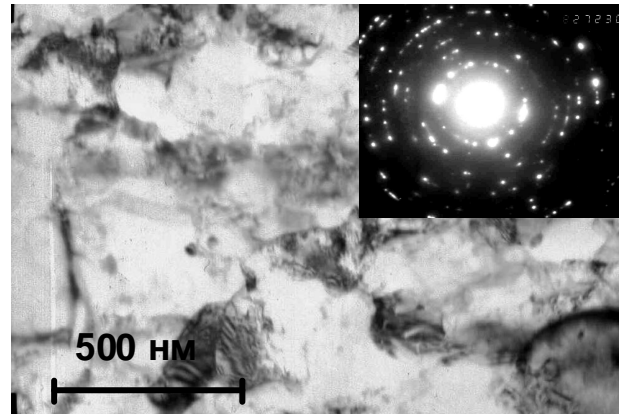


а

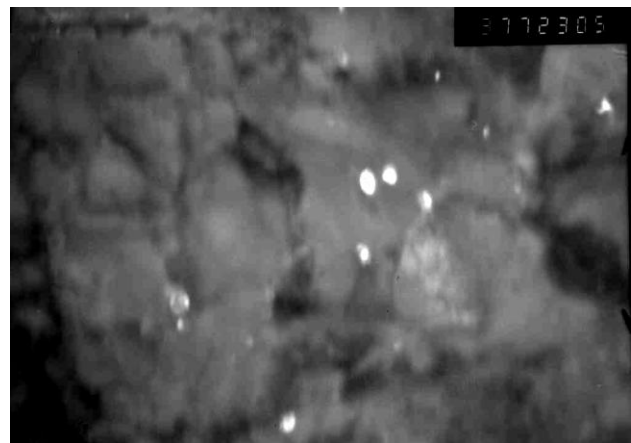


б

Рис. 4. Крупные фрагментированные зерна феррита в стали 20, $\times 30000$:
а – светлопольное изображение и электронограмма с изображенного участка;
б – темнопольное изображение в указанном рефлексе $110_{\text{ф}}$



а



б

Рис. 6. Карбидные частицы в структуре стали 20 после РКУП в улучшенном состоянии, $\times 37000$:
а – светлопольное изображение и электронограмма; б – темнопольное изображение в рефлексе цементита

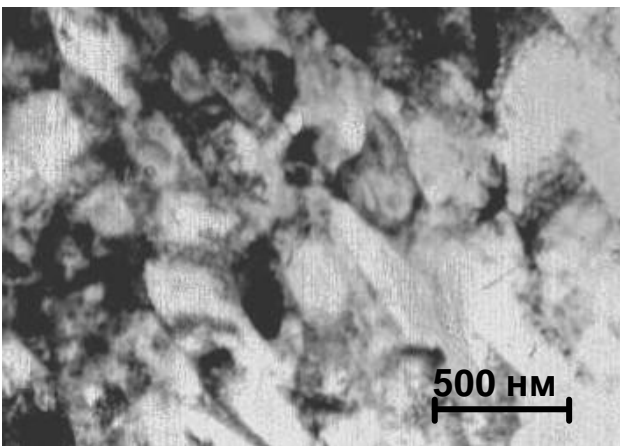


Рис. 5. Участки с металлографической текстурой феррита в стали 20, $\times 30000$

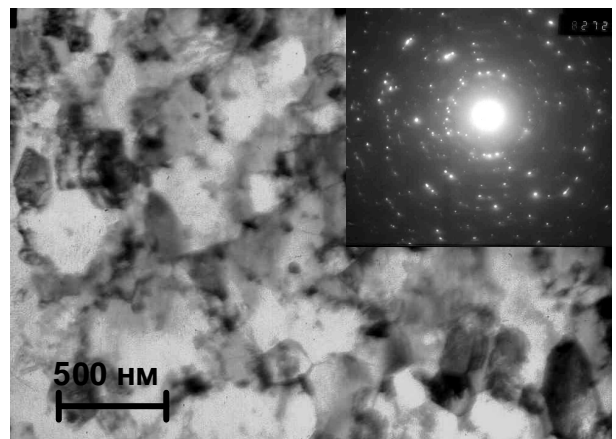


Рис. 7. Микроструктура стали 45 после РКУП в улучшенном состоянии, $\times 20000$

бидных частиц – от 16 до 230 нм.

Темнопольный анализ показал также, что после улучшения и РКУП межзеренные границы в большинстве случаев волнообразные, изогнутые, т.е. являются неравновесными. Образование таких границ, способных на сдвиг, увеличивает пластичность [12, 13].

После волочения наноструктурированных в улучшенном состоянии сталей 20 и 45 в структуре наблюдаются зерна феррита с размером меньше, чем после РКУП, что естественным об-

разом связано с вытягиванием зерен феррита в продольном направлении и уменьшением сечения зерен в поперечном направлении в процессе волочения (рис. 9, а, б).

При этом электронограммы приобретают еще более отчетливо выраженное кольцевое строение

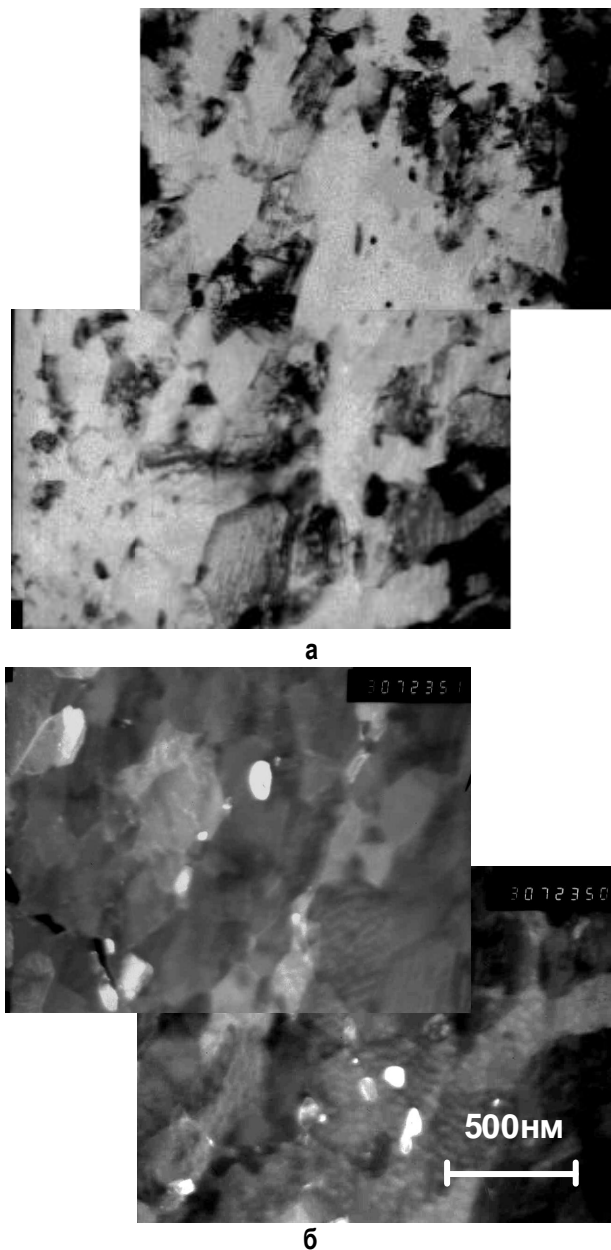


Рис. 8. Карбидные частицы в структуре стали 45 после РКУП в улучшенном состоянии, $\times 30000$: а – светлопольное изображение; б – темнопольное изображение в рефлексе цементита

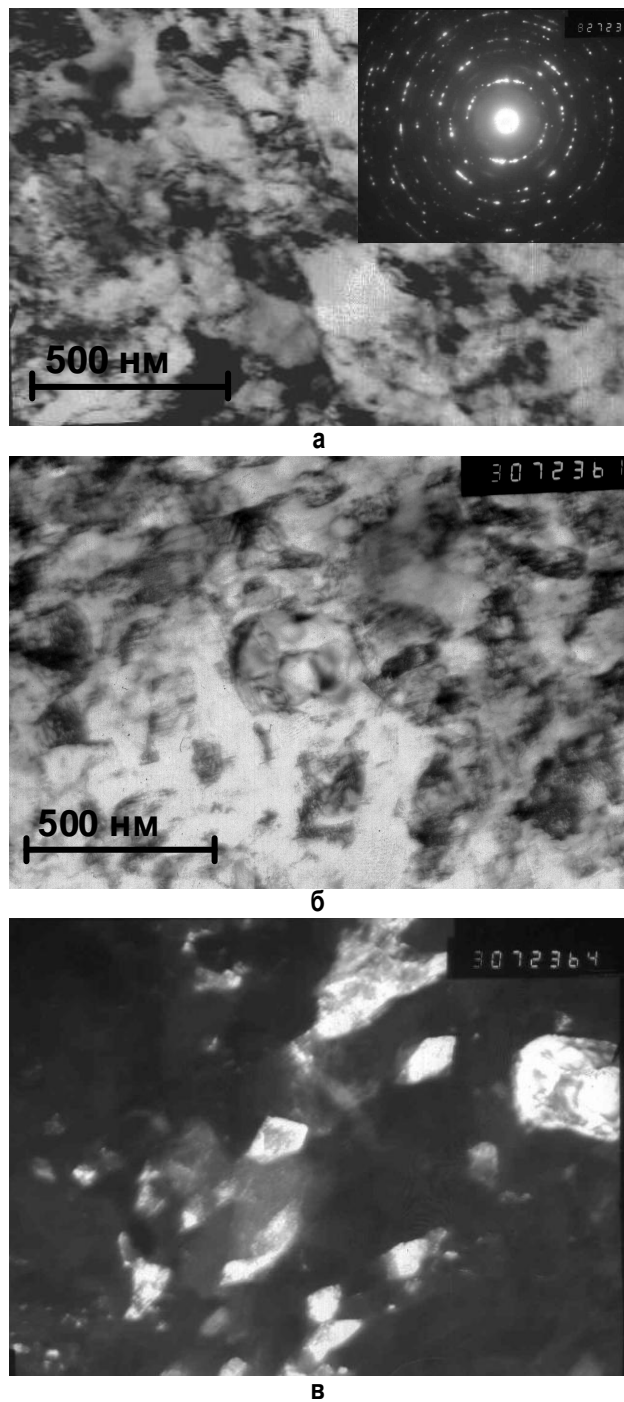
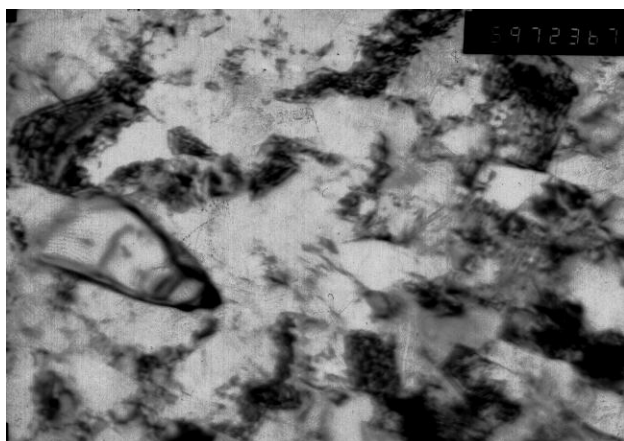
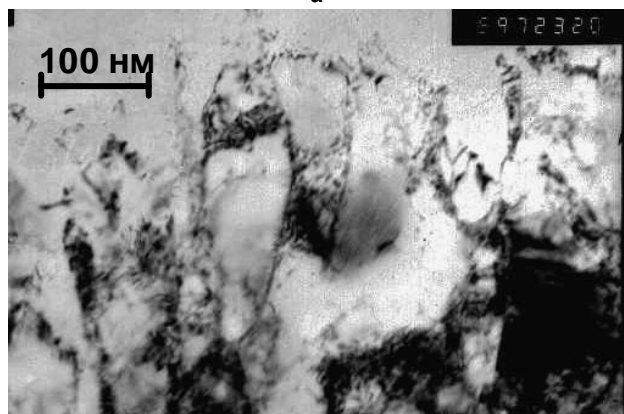


Рис. 9. Структура сталей 20 (а) и 45 (б, в) после улучшения, РКУП и волочения с диаметра 6,75 мм на диаметр 3,95 мм, $\times 37000$: а, б – светлопольные изображения; в – темнопольное изображение в рефлексе 110 Φ



а



б

Рис. 10. Неравновесные границы зерен в структуре стали 45 (а) и дисперсные карбидные частицы в структуре стали 20 (б) после волочения наноструктурированной заготовки с диаметра 6,75 мм на диаметр 3,95 мм, $\times 59000$

(см. рис. 9, а). Размер зерен феррита, который был определен с помощью метода темнопольного анализа, составил 160–320 нм (рис. 9, в).

Плотность дислокаций в структуре повышена (см. рис. 9, а, б). При больших увеличениях можно видеть, что большеугловые границы во многих случаях являются неравновесными, а в наиболее крупных зернах формируется субзеренная структура со сложным дислокационным строением субграниц (рис. 10, а). Размытие рефлексов на электронограммах также подтверждает фрагментацию феррита.

Количество карбидных частиц при волочении наноструктурированных в улучшенном состоянии сталей 20 и 45 сильно уменьшается, что особенно отчетливо наблюдается в стали 45, где относительная доля карбидной фазы перед волочением была значительно больше. Обращает на себя внимание, что карбидные рефлекссы на электронограммах практически не наблюдаются,



Рис. 11. Изменение твердости при волочении наноструктурированных сталей

размеры карбидных частиц очень малы: в основном не более 23 нм. При этом при больших увеличениях можно наблюдать, что карбидные частицы расположены на субграницах (рис. 10, б).

Все это свидетельствует о частичном растворении карбидов в процессе пластического деформирования при волочении. При этом атомы углерода переходят, как полагают многие исследователи, в дефекты кристаллического строения феррита [14, 15 и др.]. При последующем нагреве может происходить «очистка» феррита от углерода и частичное восстановление цементита, что позволяет рассчитывать на увеличение пластичности без значительного снижения прочности.

Наличие таких дисперсных частиц второй фазы (в данном случае карбидов) может видоизменять продвижение полосы скольжения в процессе деформации, увеличивая, таким образом, пластичность [16].

Изменение твердости при волочении заготовки, предварительно подвергнутой улучшению и РКУП, иллюстрирует рис. 11. Он показывает, что такая технология, сочетающая термическую обработку, ИПД и последующее волочение, может позволить в стали 20 получить прочностные характеристики, приближающиеся к характеристикам стали 45. Следует отметить, что промежуточных отжигов при волочении не производилось [17].

Закключение. Формирующаяся при РКУП специфическая микроструктура (с близким к бимодальному распределением зерен, с ультрамелкими зернами с большеугловыми и неравновесными границами, с дисперсными частицами карбидной фазы) при волочении, очевидно, обеспечивает упрочнение, которое особенно значительно в низкоуглеродистой стали в сочетании с повышенной пластичностью.

Библиографический список

1. Бриджмен П.В. Исследование больших пластических деформаций и разрыва. Влияние высокого гидростатического давления на механические свойства материалов. М.: Изд-во иностр. лит., 1955. 444 с.
2. Segal V.M. *et al.* Processes of Structure Formation in Metals – Nauka i Tekhnica. Minsk, Belarus, 1994. 232 p.
3. Segal V.M. Materials processing by simple shear // Mater. Sci. Eng. 1995. A. 17. P. 157–164.
4. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М.: Логос, 2000. 272 с.
5. Валиев Р.З. Создание наноструктурных металлов и сплавов с уникальными свойствами, используя интенсивные пластические деформации // Российские Нанотехнологии. 2006. Т. 1, № 1–2. С. 208–216.
6. Рааб Г.И., Валиев Р.З. Равноканальное угловое прессование длинномерных заготовок // Цветная металлургия. 2000. № 5. С. 50–53.
7. Пат. 93001341-02RU. Способ обработки малоуглеродистых сталей / Корзников А.В., Сафаров И.М., Валиев Р.З., Пышминцев И.Ю., Емельянов А.А.
8. Равноканальное угловое прессование металлических материалов: достижения и направления развития (Тематическая подборка статей под ред. В.М. Сегала, С.В. Добаткина и Р.З. Валиева) // Металлы. 2004. № 1, 2.
9. Valiev R.Z., Estrin Y., Horita Z., Langdon T.G., Zehetbauer M.J., Zhu Y.T. Producing bulk ultrafine-grained materials by severe plastic deformation // JOM. 2006. 58. No 4. P. 33.
10. Valiev R.Z. Nanostructuring of Metals by Severe Plastic Deformation for Advanced Properties // Nature Materials. 2004. Vol. 3. P. 511–516.
11. Wang Y., Chen V., Zhou F., Ma E. High tensile ductility in nanostructured metal. Nature 419, 912–915 (2002).
12. Валиев Р.З. Наноструктурирование материалов интенсивной пластической деформацией для достижения перспективных свойств // Фазовые и структурные превращения в сталях: Сб. науч. тр. Вып. 4. В 2 т. Т. 1 / Под ред. В.Н. Урцева. Магнитогорск: Магнитогорск. Дом печати, 2006. С. 215–229.
13. Valiev R.Z., Islamgaliev R.K., Alexandrov I.V. Bulk nanostructured materials from severe plastic deformation // Progr. Mater. Sci. 2000. V. 45. P. 103–189.
14. Гриднев В.Н., Мешков Ю.Я., Ошкадеров С.П., Черненко Н.Ф. Технологические основы электротермической обработки стали. Киев: Наук. думка, 1977. 213 с.
15. Сагарадзе В.В. Деформационно-индуцируемые низкотемпературные диффузионные превращения в сталях. Развитие идей академика В.Д. Садовского: Сб. тр. Екатеринбург, 2008. С. 192–218.
16. Koch C.C. Optimization of strength and ductility in nanocrystalline and ultrafine grained metals. Scripta Mater. 49, 657–662 (2003).
17. Металлографический анализ заготовки для сердечника сталемедной проволоки / Н.В. Копцева, Ю.Ю. Ефимова, М.В. Чукин и др. // Вестник МГТУ. 2007. № 3. С. 76–80.

УДК 373.24, 373.25

Рубин Г.Ш., Корнешук Н.Г., Семенов В.П.

КОНЦЕПЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ (РСОКО) ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Согласно Закону «Об образовании» [1, ст. 8] под системой образования в Российской Федерации понимается совокупность взаимодействующих преемственных образовательных программ и государственных образовательных стандартов различного уровня и направленности. Однако эффективное и оперативное управление всей системой образования требует оценки как конечного результата, так и результатов образовательного процесса отдельных уровней.

Таким образом, необходимо четко определить объекты оценивания как организационные и функциональные подсистемы образовательной системы.

Придерживаясь подхода, обоснованного в

[2], на региональном уровне целесообразно рассматривать следующие объекты оценки:

- региональная система образования;
- муниципальная образовательная система;
- образовательное учреждение;
- образовательные программы;
- учащийся (воспитанник, обучающийся, студент).

Для дальнейшей конкретизации подходов к оцениванию этих объектов необходимо определить субъекты оценки.

Под субъектами оценивания мы понимаем те заинтересованные в качестве образования стороны, которые вовлекаются в систему обеспечения качества как эксперты, высказывающие свое

мнение о различных аспектах образовательного учреждения на этапе оценивания. Субъекты оценивания, заинтересованные в использовании объективной и достоверной информации о качестве образовательных услуг, представляют основные группы потребителей результатов системы образования.

С точки зрения научных, методических и концептуальных подходов следует выделить четыре субъекта, чьи оценки образования социально значимы и требуют учета в практике развития образовательной системы:

1. *Государство*. Система образования формируется на основе потребностей общества, выразителем интересов которого является государство в лице своих исполнительных органов (министерства и пр.). Общество, как целостный субъект, заинтересовано в поддержании общеобразовательного уровня своих граждан, обеспечивающего потенциал подготовки кадров по определенному, актуальному на данный период спектру профессий и специальностей, а также сознательное участие граждан в жизни общества. То есть интересы государства здесь понимаются в связи с его ответственностью за реализацию конституционных прав граждан, за социальную стабильность и конкурентоспособность российской экономики, а также в связи с тем, что оно является крупнейшим работодателем. Например, в разные периоды экономического и социального развития нашей страны приоритетом пользовались разные формы и ступени образования: ликбезы и рабфаки – в период, когда готовились кадры нового поколения для социалистической экономики, приоритет профессионального среднего образования – в военные и послевоенный периоды, когда страна испытывала нехватку квалифицированных рабочих, приоритет технических вузов – в период интенсивного развития промышленности и т.д.

2. Собственно *система образования* как организационная структура. Эта система также формирует свои критерии, требования к развитию. Они основываются на специфических знаниях профессионалов образовательной сферы: методистов, психологов, предметников, администраторов и пр. Разумеется, эти критерии формируются в связи с общественными интересами, но в то же время носят специфический характер и потому могут рассматриваться как предмет отдельного изучения.

3. *Учащийся и родители как выразители его интересов*.

С развитием рыночных отношений, в том числе и в сфере образования, учащийся все

больше выступает как самостоятельный субъект оценивания. Учащийся имеет право выбора учебного заведения с учётом его профиля, условий обучения и таким образом через рыночные инструменты влияет на деятельность образовательной системы. Внешние изменения, которые происходят с учащимся при прохождении образовательной программы, могут быть выражены и измерены в терминах *приобретенного человеческого капитала*. Это условная количественная величина, определяемая доходом, который обучаемый получает вследствие полученного образования, зависящая как от навыков, знаний и способностей данного индивида, так и от сложившихся уровней оплаты труда в различных отраслях экономики. Родителя, являясь законными представителями несовершеннолетних детей, до получения последним основного общего образования имеют право выбирать формы обучения, образовательные учреждения, защищать законные права и интересы ребенка, принимать участие в управлении образовательным учреждением [1, ст. 52].

4. *Общественные структуры*, представляющие интересы работодателей, предприятий, организаций и учреждений социальной, культурной сферы и пр. Они являются элементами государственно-общественной системой управления образованием. В последних редакциях проекта реформы российского образования этим структурам отводится все большая роль, что отражается в предоставлении им права распределения финансовых, материальных и других ресурсов в сфере образования.

С точки зрения *практико-ориентированного* подхода на уровне исполнения государство делегирует свои полномочия отраслевым органам управления. Поэтому целесообразно отождествлять государство и органы управления образованием и, таким образом, ограничиться рассмотрением трех субъектов оценивания: 1) государство; 2) личность (семья); 3) общественные структуры (работодатели).

Сформулированные концептуальные подходы позволяют определить отношение субъектов к оценке системы образования и их место в РСОКО.

Потребность субъектов оценивания в данных о различных компонентах системы образования определяется их взаимоотношением с этой системой, внутренним или внешним положением к этой системе, отношением потребления услуг и результатов деятельности.

Систему образования мы рассматриваем как операционную систему, целью которой является формирование личности как полноценного субъекта

екта социальной системы и квалифицированного специалиста, удовлетворяющего потребностям экономики и способного в силу своей квалификации удовлетворить личные материальные и социальные потребности.

Личность – это один из основных потребителей услуг системы образования, и этим определяется особенность его информационных потребностей о системе. В то же самое время личность является основным объектом деятельности системы образования. Однако учащийся в силу неполной социальной зрелости не всегда самостоятельно может выражать и защищать свои интересы. Эти функции выполняет семья и общественные институты как инструмент наиболее оперативного выражения интересов семьи и личности. Таким образом, эти две составляющие (личность (семья), общественные институты) по отношению к системе образования выступают как единый субъект оценки.

Конечным результатом деятельности системы образования, в котором концентрируются и объединяются интересы всех трех субъектов оценки (государство, личность (семья), общественные структуры) является профессионально подготовленная, социально интегрированная личность.

Однако это понятие, будучи разносторонним, специфически воспринимается каждым субъектом оценки.

Так, например, понятие *высококвалифицированный специалист* государство понимает как личность, прошедшую определенные процедуры аттестации. Работодатель, не ограничиваясь наличием документов об образовании, будет оценивать специалиста по эффективности его трудовой деятельности, гораздо более многосторонней, чем детерминированные квалификационные требования. Личность, скорее всего, вкладывает в это понятие востребованность на рынке труда, которая обеспечивается определенными условиями труда и материальным вознаграждением.

В соответствии с этим все эти три субъекта оценки имеют потребность в специфических блоках информации об одном и том же явлении.

На основании определенной выше концепции можно определить функции отдельных субъектов оценки, а также содержание информации об объектах образовательной системы, которые им необходимы.

Кратко место субъектов оценки в РСОКО можно охарактеризовать следующим образом.

Государство:

1) осуществляет контроль за нормативно-правовой основой функционирования РСОКО;

2) управляет опосредованным социальным

эффектом.

Личность (семья) оценивает систему образования с точки зрения:

1) подготовленности выпускника к трудоустройству и возможности осуществления непрерывного образования;

2) социализации личности (наличие здоровьесберегающих технологий обучения, нормативность поведения и т.д.);

3) экономического аспекта (соответствие качества образования, затрат на обучение и семейного бюджета).

Работодатель оценивает систему образования с точки зрения:

1) подготовки личности к успешной практической профессиональной деятельности;

2) формирования потенциала профессиональных ресурсов в контексте непрерывного образования.

Несмотря на то, что все перечисленные субъекты, в конечном счете, имеют общую цель функционирования образовательной системы, в рамках РСОКО они несут свою специфическую функцию.

Исходя из функциональной реализации субъектов оценивания, сформулируем основные принципы построения РСОКО.

1. *Учет социально-экономических особенностей административно-территориальных единиц области.*

Результат деятельности образовательной системы определяется двумя обширными группами факторов. Одни из них характеризуют образовательную систему как таковую, а другие являются внешними по отношению к ней. Последние находятся вне поля параметров, управляемых образовательной системой, хотя существенно влияют на результат ее деятельности. Это так называемая совокупность социально-экономических условий, в которых функционирует образовательная система. Объективная оценка деятельности образовательной системы требует учета влияния внешних факторов. Это достигается путем анализа временных рядов социально-экономических показателей, сравнительных характеристик муниципальных образовательных систем.

2. *Объективность оценки.*

Объективность оценки достигается, прежде всего, единообразием методов, а также времени и места применения этих методов к оцениванию различных объектов.

Единообразие обеспечивается единством показателей оценки, методов их определения и способов агрегирования, выбором базисных значений, т.е. совокупностью методов и нормативов, определяющих технологию оценки. Таким образом,

основой обеспечения объективности является технологичность процедуры оценивания.

Организационная структура РСОКО определяется потребностями во внутренней и внешней оценки результатов образования.

Внутренняя оценка качества образования осуществляется органами государственной исполнительной власти в лице:

- Министерства образования и науки Челябинской области (МОиН ЧО);
- органа, осуществляющего полномочия по надзору в сфере образования (Служба).

Внешнюю оценку осуществляет независимый от государственных органов управления образованием и самих образовательных учреждений Южно-Уральский центр мониторинга системы образования (ЮУЦМСО) – автономная некоммерческая организация.

Элементы РСОКО и связи между ними представлены на рисунке.

Создание РСОКО предполагается путем реорганизации уже существующих структур, которые в той или иной мере работают на основные идеи системы, по следующим направлениям:

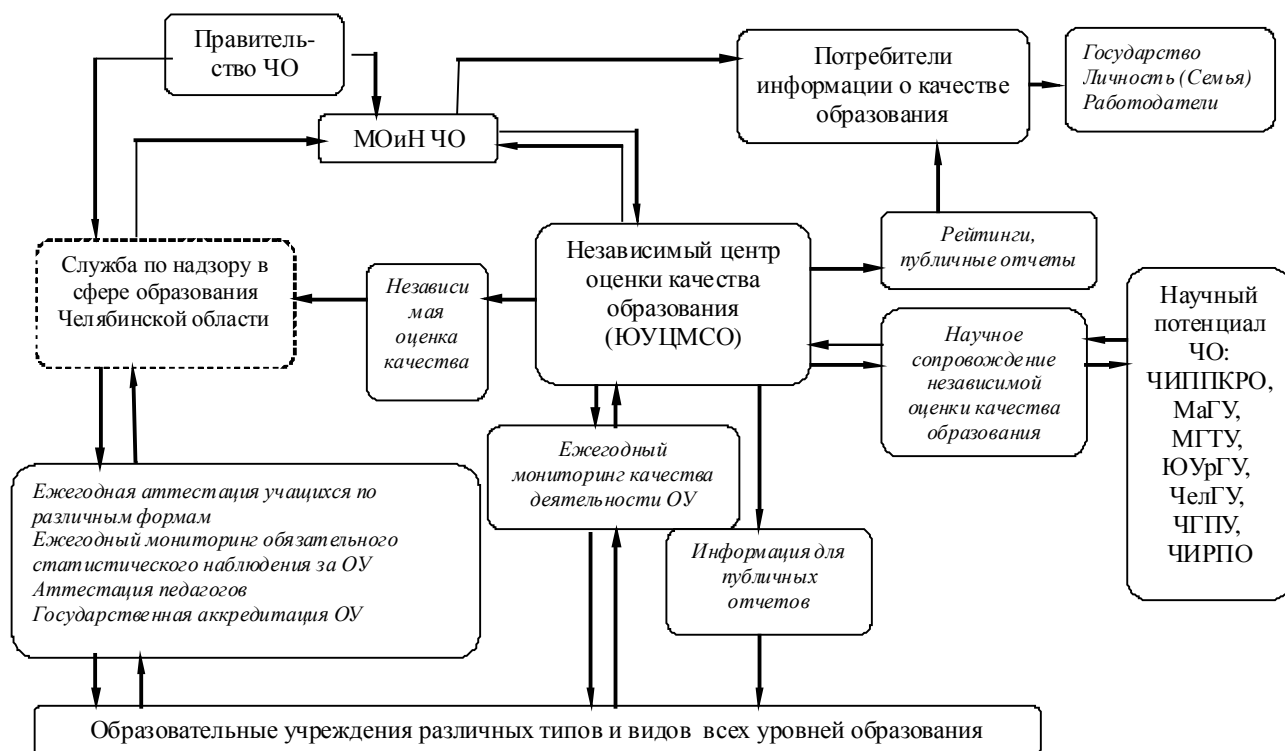
- разграничение полномочий различных организационных структур и координация их деятельности;
- упорядочивание информационных потоков: исключение дублирования или по-

вторных запросов в адрес образовательного учреждения. Вся информация, собираемая из первичных источников, должна быть доступна для официального использования на муниципальном, региональном и федеральном уровнях;

- объективизация существующих экспертных процедур и технологий, традиционных методов оценки и контроля;
- введение механизмов обязательной общественно-профессиональной экспертизы, гласности и коллегиальности при принятии стратегических решений;
- осуществление централизованной разработки диагностических средств;
- методическое сопровождение функционирования РСОКО, в том числе информационно-технологическое;
- научное сопровождение РСОКО;
- разработка и внедрение программ повышения квалификации и переподготовки работников образования в области оценки качества образования.

Построение РСОКО невозможно без реформирования региональной системы статического наблюдения за образовательными учреждениями.

Несмотря на серьезный прогресс в решении теоретических и методологических вопросов модернизации информационного обеспечения в сфе-



Структура региональной системы оценки качества образования Челябинской области

ре образования, его реальное состояние и, в первую очередь, статистика образования не отвечают как требованиям федеральных и региональных органов управления образованием, так и потребностям самих образовательных учреждений.

В настоящее время набор показателей образовательной статистики представляет собой не логически выдержанную содержательную конструкцию, а скорее перечень тех позиций, которые были включены в формы статистической отчетности образовательных учреждений в прошлом и теперь во многом устарели. Именно поэтому сегодняшняя статистика, отличаясь чрезмерным объемом, не охватывает всех современных аспектов развития сферы образования и не позволяет обеспечить расчет многих необходимых индикаторов.

Процесс модернизации статистики образования предполагает концентрацию внимания на процессы, протекающие исключительно внутри системы образования. Однако совершенно очевидно, что для формирования продуктивной стратегии требуется информация о внешних условиях и процессах вне системы образования, анализ взаимодействия и взаимовлияния системы образования и социально-экономической среды.

Информационные технологии в статистике образования не оказали практически никакого влияния на механизмы принятия управленческих решений, поскольку информационные технологии стали поставщиком скорее данных, нежели аналитической информации. Идет наращение технического потенциала системы статистики образования, однако информации для увеличения состава регламентных разрезов на основе «пообъектного» учета нет.

Технологический этап развития системы статистики образования с неизбежностью поставит вопрос о смысле собираемой информации и ее назначении, что приведет к переопределению задач, а затем и переопределению социальных институтов, исполняющих эти задачи в сфере управления системой образования.

Таким образом, целесообразно выделить следующие направления модернизации региональной статистики образования.

1. Соблюдение единого методологического подхода к сбору образовательной статистики в образовательных учреждениях всех типов и видов.

2. Формирование системы статистических показателей в сфере образования, адекватных российским и международным статистическим стандартам.

3. При разработке системы показателей и индексов (относительная величина, количественно характеризующая сводную динамику разносо-

ставной совокупности), характеризующих процессы и достижения в образовании, необходимо шире использовать как внутреннюю, так и внешнюю информацию, влияющую на систему образования и личность обучающегося (например, характеризующую доступность, эффективность и качество), на фоне сохранения процедур сбора внутренних данных с помощью информационных технологий.

4. Последовательная реализация комплексного подхода к образовательной статистике: учет разнообразных форм, видов и способов ведения образовательной деятельности.

5. Формирование финансового блока статистики образования, где достоверно отражались бы все источники финансирования образовательной и иной деятельности учреждений образования, а значит, и реальное финансовое положение сферы образования.

6. Формирование информационного хранилища для накопления, анализа и использования набора межведомственных данных: демографическая ситуация, тенденции на рынке труда, состояние здоровья населения, заболеваемость детей и подростков, правонарушения и преступность в подростковой среде и т.п.

Фундаментальным этапом создания РСОКО является создание ее нормативно-правовой базы РСОКО. Для этого необходимо решить следующие вопросы:

1) Определить организационную форму и правовой статус органа исполнительной власти РФ, осуществляющего полномочия по надзору в сфере образования. Возможны следующие варианты решения этого вопроса:

- региональное представительство федеральной службы как отдельная структура;
- отдельное учреждение в структуре исполнительной власти субъекта федерации;
- структурное подразделение Министерства образования и науки области.

Преимущество первой модели – независимость положения контрольного органа от предмета контроля и в силу этого высокая эффективность осуществления надзорных функций, недостаток – сложность формирования нового коллектива, высокие финансовые и материальные затраты на создание такой структуры. Преимущества второй модели – высокая координация с органами исполнительной власти субъекта федерации, однако сохраняет сложности первой модели. Третья модель преимуществ – наибольшая степень координации с органами исполнительной власти субъекта федерации и органами управления образованием. Недостаток – в силу административной зависимости от

органов управления образования эта структура не сможет полностью реализовать свои надзорные функции.

2) Определить правовой статус методики комплексной оценки качества деятельности об-

разовательных систем.

3) Определить финансовые источники процедуры государственной аккредитации образовательных учреждений.

Библиографический список

1. Закон РФ «Об образовании» от 10.07.1992 № 3266-1.
2. Образовательная квалиметрия как системный инструмент комплексной оценки качества деятельности общеобразовательного учреждения: Монография / Н.Г. Корнешук, Г.Ш. Рубин, Т.В. Абрамова. Магнитогорск: МаГУ, 2007. 97 с.

УДК 378.147.88

Пыхтунова С.В.

УЧАСТНИКИ МОЛОДЕЖНОГО НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОГО КОНКУРСА

В марте 2007 года в рамках 65-й научно-технической конференции, посвященной 75-летию ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», была организована и проведена студенческая научная конференция, в которой участвовали с докладами 143 студента. Данное мероприятие прошло аккредитацию и участвовало во Всероссийском конкурсе по Программе «У.М.Н.И.К.» (участник молодежного научно-инновационного конкурса) Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Всего от нашего вуза было заявлено 36 проектов, в которых участвовали 47 человек. Отбор победителей велся в три этапа. Первый этап конкурса проходил на кафедрах нашего университета. Все представленные доклады участников были опубликованы в специальном сборнике. Второй этап состоялся на секциях 65-й конференции. Лучшие проекты определяли приглашенные компетентные специалисты. Третий этап оценивало экспертное жюри, в которое вошли высококвалифицированные специалисты ведущих предприятий города: ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ООО «ЗМИ-Профит», ОАО «Магнитогорский метизнокалибровочный завод «ММК-МЕТИЗ», ОАО «Магнитогорский ГИПРОМЕЗ» и др., а также присутствовали независимые эксперты от фонда

М.И. Бортника: директор регионального научно-технического парка «Уральский» (г. Екатеринбург) Юрий Анисимович Кононов и директор по инвестициям союза малого и среднего бизнеса Свердловской области Вадим Трофимович Мезенин. В финал вышли шесть проектов с максимальным количеством баллов. На основании рекомендаций фонда нами были разработаны критерии оценки работ участников Программы. Особое внимание уделялось основательности научных исследований и уровню инновационности личности участника, то есть насколько хорошо он может «защитить» свою работу. С победителями Конкурса заключен государственный контракт на финансирование их проектов на два года в размере 400 тыс. рублей. С гордостью можно сказать, что на самом деле «лучших» проектов было в два раза больше, но так как участники давно занимаются своими проектами, то они просто «переросли» Конкурс «У.М.Н.И.К.». Их проекты были рекомендованы экспертами для участия в Программе «СТАРТ».

В этом году 66-я научно-техническая конференция, которая состоится 7–11 апреля 2008 года, также прошла аккредитацию и будет участвовать в Конкурсе по Программе «У.М.Н.И.К.». Ниже представлены статьи наших «умников».

УДК 669.1

Сысоев А.М., Бахметьев В.В., Колокольцев В.М.

РАФИНИРОВАНИЕ И МОДИФИЦИРОВАНИЕ СТАЛИ 110Г13Л КОМПЛЕКСОМ ТИТАН-БОР-КАЛЬЦИЙ

Высокомарганцевая сталь 110Г13Л играет важную роль как своеобразный конструкционный материал, применяемый в машиностроении и других отраслях промышленности. Эта сталь способна к самоупрочнению при контактном нагружении, связанном с комбинацией воздействий ударных, абразивных и ударно-абразивных нагрузок или высоких удельных статических давлений. При этом изделия из такой стали в условиях эксплуатации, не теряя упруговязкостных свойств в основной своей массе, приобретают высокие прочность, твердость и износостойкость поверхностных слоев, подвергаемых внешнему воздействию [1].

В настоящее время и обозримом будущем главным критерием оценки качества металла будет его работоспособность во все усложняющихся условиях эксплуатации. Следовательно, важнейшими в комплексе свойств металла являются прочность материала (способность сопротивляться деформации при приложенных нагрузках), надёжность (способность материала работать, как правило, кратковременно, вне расчётной ситуации), долговечность – выносливость (время, при котором материал способен эксплуатироваться – сопротивляться усталости, ползучести, коррозии, износу (А.П. Гуляев). Глубокое раскисление, рафинирование расплавов от вредных примесей, модифицирование и сейчас являются перспективными методами улучшения качества отливок. Для решения этой задачи целесообразно иметь составы раскисляюще-рафинирующе-модифицирующих комплексов, способных одновременно очищать расплав от вредных примесей и воздействовать на свойства стали через изменение размеров и форм структурных составляющих.

При создании подобного комплекса необходимо, чтобы элементы, входящие в его состав, соответствовали следующим критериям:

- стандартное изменение энтальпии образования продуктов раскисления у элемента-раскислителя должно быть больше, чем у основы сплава, т. е. железа, в 2 и более раз;
- элемент-раскислитель не должен быть вредной примесью, т. е. он должен обладать хорошими критериями растворимо-

сти ($\beta_{\sigma-Fe} \geq 1\%$) и распределения ($\omega \geq 0,05$) в жидком железе;

- продукты раскисления должны иметь плотность меньшую, чем расплав, чтобы легко удаляться из него;
- продукты раскисления не должны обладать высокой твердостью, чтобы не создавать вокруг себя очагов напряженного состояния;
- элементы раскислители и модификаторы должны иметь приемлемые технико-экономические характеристики;
- элементы модификаторы должны образовывать тугоплавкие соединения с элементами и примесями стали, которые отвечали бы принципу структурного соответствия, либо повышать поверхностную энергию жидкой фазы и снижать ее на границе твердой и жидкой фаз;
- модификаторы должны хорошо смачиваться расплавом и иметь плотность близкую к плотности расплава, чтобы не всплывать.

Одной из возможных комбинаций химических элементов, удовлетворяющих вышеперечисленным критериям, является комплекс Ti + B + Ca [2]. Оптимизированный состав комплекса был использован при выплавки стали 110Г13Л в сталелитейном отделении фасонно-литейного цеха ЗАО «МРК» ОАО ММК на дуговой печи емкостью 5 т.

Химический состав промышленных плавов представлен в **табл. 1**. Модифицирование проводили комплексом в составе: силикокальций 1 кг/т, ферротитан 7 кг/т, ферробор 0,7 кг/т.

Микроструктура стали 110Г13Л этих плавов представлена на **рисунке**, количественный анализ структурных составляющих – в **табл. 2–4**. Металлографические исследования микроструктуры стали, проводили на оптическом микроскопе

Таблица 1

Химический состав опытных плавов

Номер плавки	Химический состав, %							
	C	Si	Mn	S	P	Ti	B	Ca
30558	1,21	0,83	12,4	0,001	0,044	0,06	0,006	0,008
30588-1	1,26	0,73	12,8	0,004	0,046	0,06	0,004	0,009
30618	1,17	0,71	11,23	0,006	0,062	0,11	0,005	0,008

Таблица 2

Количественный анализ зерен аустенита

Номер плавки	Общее количество измеренных зерен n	Количество зерен на 1 мм ² m	Средняя площадь зерна a, мм ²	Стандартное отклонение s	95% доверительный интервал, 95%CI	Балл зерна G
Без добавок	10	445	0,00224	2442	1747	5,79
30558	152	1912	0,000523	1169	190	7,9
30588-1	172	1735	0,000576	1645	251	7,76
30618	14	587	0,001704	1558	900	6,19

Таблица 3

Количественный анализ карбидной составляющей стали

Номер плавки	Объемная доля карбидов переменного состава (Fe,Mn) ₃ C, %	Число карбидов, 1/мм ²	Длина карбидов, мкм	Площадь карбидов, мкм ²	Расстояние между карбидами, мкм
Без добавок	1,1	1041	4,0	11	237
30558	0,55	388	4,2	14	533
30588-1	0,53	1195	2,5	4,4	312
30618	0,93	9752	1,1	0,96	101

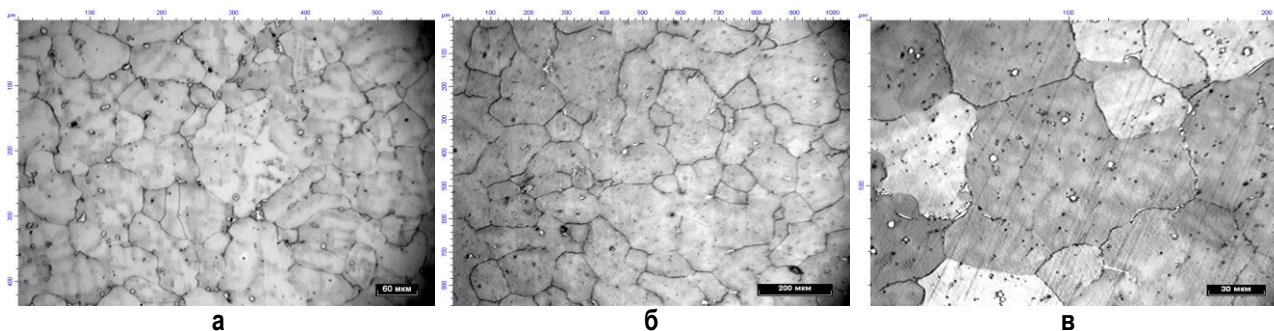
«МЕТАМ-ЛВ31» при увеличении от 100 до 1000 крат. Количественный металлографический анализ проводили на промышленной системе обработки и анализа изображений Tixomet Standart. Измерение осуществляли в режиме визуального слежения на поперечных и продольных шлифах до и после травления, в литом состоянии и после термической обработки по специально разработанной методике.

Отливки из высокомарганцевой стали, модифицированной кальцием, титаном и бором, имеют в 1,2 раза большую износостойкость по сравнению со сталью, не модифицированной (коэффициент относительной износостойкости немодифицированной стали составляет 1,13 ед., а модифицированной – 1,34 ед.). Повышение износостойкости стали происходит вследствие измель-

чения зерен аустенит, твердорастворного и зернограничного упрочнения. Добавки титана снижают долю карбидов марганца в структуре, особенно по границам зерен. Повышение содержания титана в стали 110Г13Л от 0,06 до 0,11% приводит к увеличению объемной доли карбидов с 0,67 до 0,93%, граница зерен очищается от карбидов марганца, в зернах аустенита появляются мелкие карбиды титана, имеющие высокую микротвердость.

Титан, кальций и бор дополнительно раскисляют металл и повышают растворимость водорода в стали, предотвращая образование ситовидной пористости в высокомарганцевых отливках. При модифицировании высокомарганцевой стали 0,06% Ti размер зерен уменьшился в среднем на 2 балла, механические свойства заметно улучшились.

Бор увеличивает плотность литой стали 110Г13Л, приближая ее к плотности ковальной, и повышает ее чистоту по неметаллическим включениям (при его оптимальном содержании в металле 0,004–0,005%). Малые добавки (до 0,006%) в сталь бора заметно уменьшают величину зерна стали как в литом состоянии, так и после закалки, а также стабилизируют аустенит. С увеличением содержания бора сверх оптимального количество неметаллических включений в стали возрастает. Это, по-видимому, объясняется тем, что бор способствует выделению весьма мелких включений, не участвующих в процессах превращения, которые не успевают всплыть из металла в шлак и ухудшают тем самым эксплуатационные и другие свойства отливок из высокомарганцевой стали.



Микроструктура стали 110Г13Л:
а – плавка №30558; б – плавка №30588-1; в – плавка №30618

Таблица 4

Количественный анализ неметаллических включений

Номер плавки	Объёмная доля НВ V_v , %	Число НВ N_A , 1/мм ²	Длина включений L , мкм	Площадь включений A , мкм ²	Расстояние между НВ, мкм	Средний диаметр по Ферету, мкм	Макс. диаметр по Ферету, мкм
Без добавок	0,96	2216	3,5	4,3	120	3,4	4,4
30558	0,8	3941	1,27	2,2	393	1,35	1,58
30588-1	0,67	4569	1,15	2,0	204	1,26	1,47
30618	1,1	5536	1,52	4,2	149	1,62	1,9

Кальций способствует торможению роста кристаллов из-за адсорбции на их поверхности, при этом он измельчает и придает глобулярную форму неметаллическим включениям. В результате загрязненность и размер зерна уменьшаются по сравнению с не модифицированной сталью.

Применение раскисляюще-рафинирующе-модифицирующего комплекса на основе Ti

+ V + Ca позволило увеличить износостойкость стали 110Г13Л на 20%, снизить количество

неметаллических включений и уменьшить размер карбидов.

Библиографический список

1. Давыдов Н.Г., Житнов С.В., Братчиков С.Г. Высокомарганцевая сталь. М.: Металлургия, 1995. 302 с.
2. Колокольцев В.М., Сысоев А.М. Влияние химического состава на свойства стали 110Г13Л // Молодежь. Наука. Будущее: Сб. науч. тр. студентов. Вып. 6 / Под ред. Л.В. Радионовой. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2006. С. 39.

УДК 621.73

Андреев В.В., Гун Г.С., Рубин Г.Ш., Ульянов А.Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫСАДКИ ДВУХФЛАНЦЕВЫХ ШИПОВ ПРОТИВОСКОЛЬЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В настоящее время в условиях жесткой рыночной конкуренции между производителями различной продукции серьёзно стоит вопрос о соотношении цены и качества изготавливаемого продукта. Большое влияние на это соотношение оказывает выбор технологической схемы производства продукта. Разработка технологии производства какого-либо нового изделия методом холодной объёмной штамповки (ХОШ) до последнего времени всегда было связано с большими материальными и временными затратами, которые включали в себя проектирование технологического процесса на основе справочной литературы и опыта предприятия, изготовление опытной инструментальной оснастки и промышленной апробации разработанной технологии [1]. При этом часто возникали проблемы с определением напряженно-деформированного состояния, характера течения, распределения нагрузок на инструмент, а также вероятностью появления различных дефектов.

В решении таких задач зачастую помогают современные пакеты программ, моделирующие процесс деформации, основанные на примене-

нии метода конечных элементов (МКЭ). В настоящее время при расчете процессов штамповки используется ряд иностранных и отечественных пакетов программ, основанных на конечно-элементарном моделировании, таких как ANSYS LS-DYNA, DEFORM, Super Form, QForm и т.д.

В данной работе использовался программный комплекс QForm, который предназначен для анализа поведения металла при различных процессах обработки металлов давлением и позволяет полу-



Рис. 1. Конструкция двухфланцевого шипа противоскольжения

чать важную информацию о пластическом течении материала и распределении деформаций, напряжений и температуры в очаге деформации на разных этапах процесса формообразования [2].

Исследуемый продукт в данной работе – стальной двухфланцевый шип противоскольжения (рис. 1) классической конструкции 8–10–2 (диаметр фланца, высота, количество фланцев), предназначенный для ошиповки шин легковых автомобилей. Применение шипов противосколь-

жения в России особенно актуально в связи с тем, что большая часть территории около полугода покрыта снегом. Шипы же особенно полезны на мокром льду при температуре, близкой к нулю, а также на заснеженных участках дорог, когда укатанный снег подтаивает от давления колес и превращается в каток. Преимущества ошипованных шин на дороге, покрытой льдом, очевидны. Коэффициент сцепления шин с дорогой на сухом асфальте летом достигает 0,8, а на

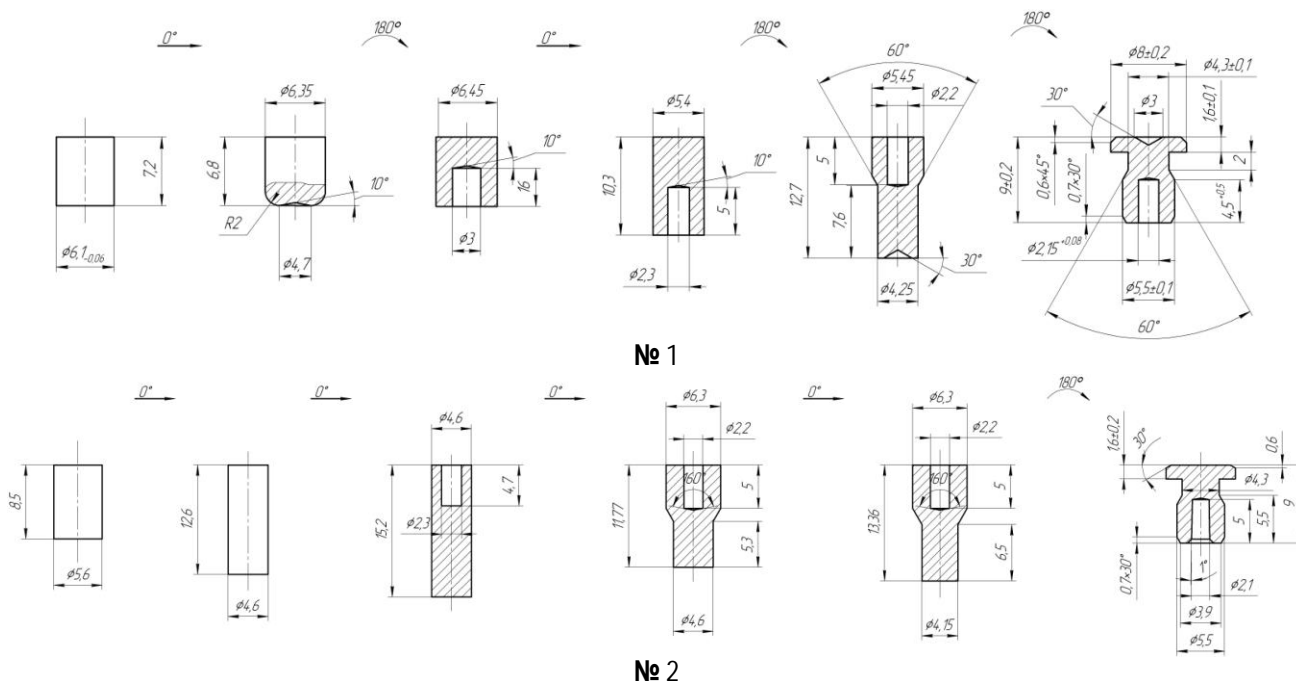


Рис. 2. Технологические схемы высадки двухфланцевого корпуса

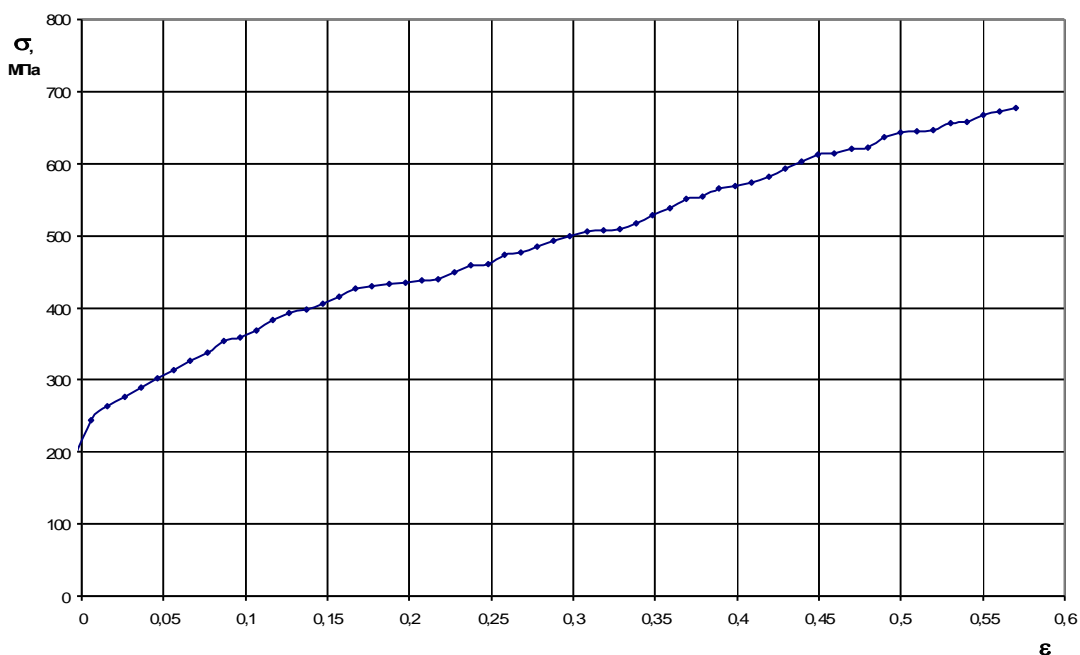


Рис. 3. Зависимость напряжения течения от степени деформации стали марки 06Ю при $T=20^\circ\text{C}$

мокрому покрытию уменьшается до 0,5–0,6. Зимой на льду этот коэффициент падает до 0,1–0,15 при использовании летней резины. Специальные зимние шины позволяют увеличить коэффициент

сцепления до 0,2–0,25, применение же шпоров противоскольжения – до 0,3–0,4.

Классическая конструкция шпора противоскольжения состоит из твердосплавной износо-

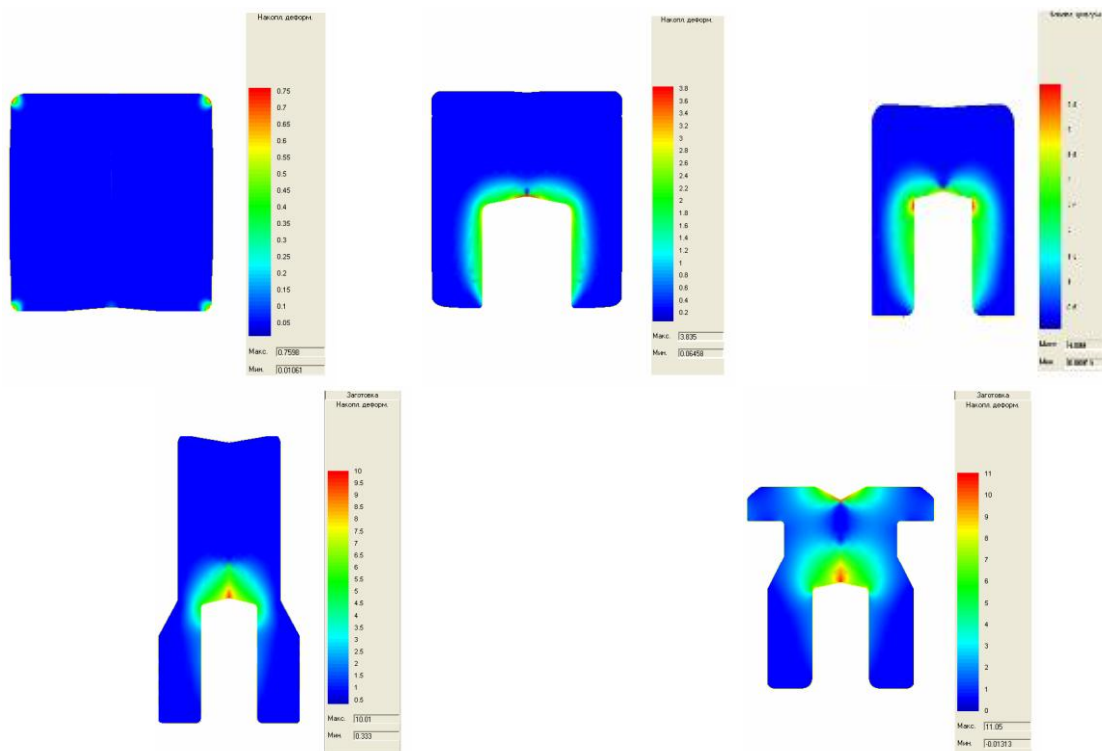


Схема высадки №1

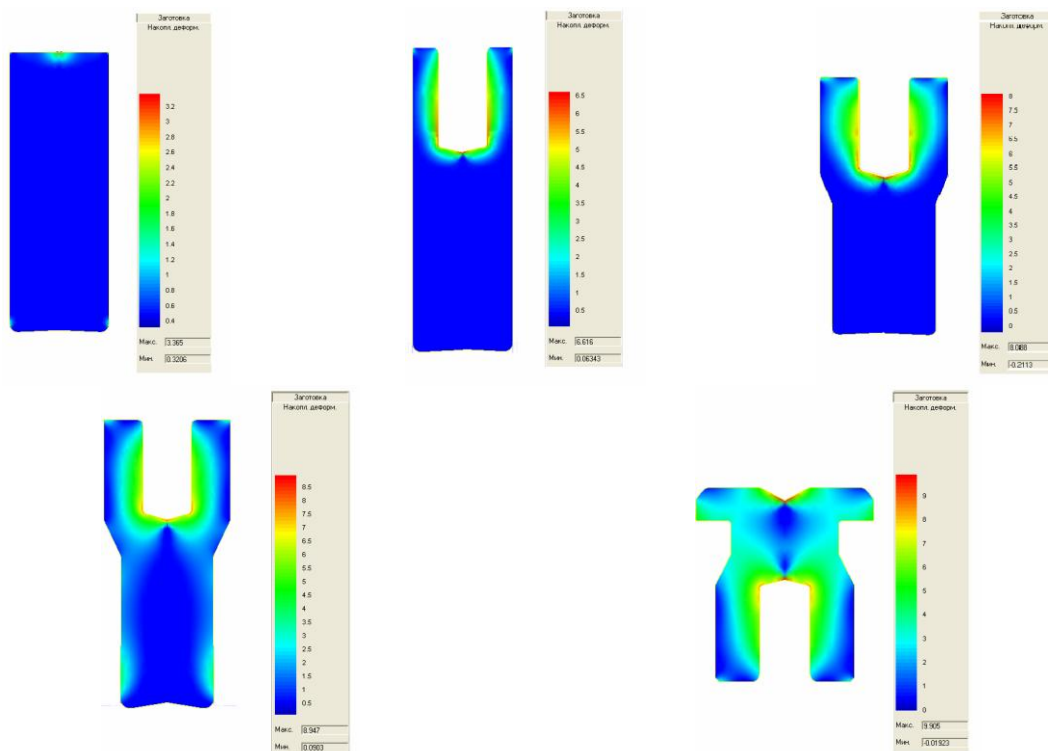


Схема высадки №2

Рис. 4. Результаты моделирования процесса высадки двухфланцевого корпуса

стойкой вставки ВК – б, контактирующей с дорожным покрытием, и стального корпуса, удерживающего твердосплавную вставку в резине. Если конструкция вставки у всех шипов приблизительно одинаковая, то корпус зачастую имеет различную конфигурацию. Применение различных конструкций корпуса в основном мотивировано желанием производителя повысить стойкость удержания шипа в покрышке.

Предложенная двухфланцевая конструкция корпуса позволяет значительно повысить стойкость удержания и снизить угол отклонения шипа противоскольжения по сравнению с однофланцевыми конструкциями [3]. Для получения данного корпуса в рамках работы разработаны две технологические схемы производства (рис. 2).

В графическом редакторе программного комплекса QForm были спроектированы матрицы штампов, необходимые для производства шипов по данным технологическим схемам.

В качестве материала заготовки была выбрана высокопластичная горячекатаная сталь марки 06Ю, позволяющая максимально снизить нагрузки на высадочные матрицы. Определение реологических свойств материала, необходимых при моделировании, вели на основании испытаний на сжатие образцов с торцевыми выточками, исходя из преимущественно сжимающих схем деформации. В рамках была проведена серия испытаний, результатом которых стало построение усредненной зависимости напряжения течения от степени деформации (рис. 3).

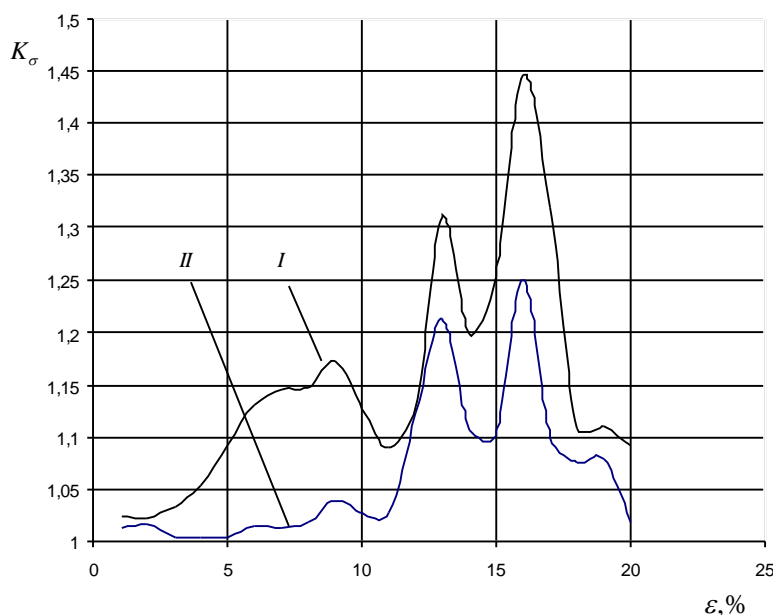


Рис. 5. Зависимость K_{σ} от относительной степени деформации по высоте:

I – технологическая схема № 1; II – технологическая схема № 2

После ввода всех исходных данных и параметров в предпроцессор программы был произведен расчет, в ходе которого были определены по всему объёму деформируемого тела такие параметры, как: накопленная деформация, интенсивность скорости деформации, сопротивление деформации и компоненты скорости перемещения частиц металла.

Результаты расчета накопленной деформации по переходам предложенных технологических схем представлены на рис. 4. Из сопоставления картин распределения накопленной деформации в сечениях видно, что накопленная деформация в готовом изделии более равномерно распределена в технологической схеме № 2. В схеме № 1 виден большой перепад накопленной деформации от внутренней поверхности фланца шипа противоскольжения к внешней боковой поверхности. Также наблюдается различное максимальное значение зональной накопленной деформации в готовом изделии, соответственно 11 ед. в схеме № 1 и 9 ед. в схеме № 2.

Помимо расчета распределения накопленной деформации, была проведена оценка неравномерности распределения эффективного напряжения по объёму образца, выраженная отношением максимального напряжения по объёму к минимальному $K_{\sigma} = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\min}}$. Зависимость K_{σ} от относительной степени деформации по высоте шипа противоскольжения в последнем переходе представлена на рис. 5.

Из рис. 5 видно, что коэффициент K_{σ} распределен неравномерно и имеет явно выраженные экстремумы. Максимальные значения коэффициента неравномерности эффективных напряжений для обеих технологических схем наблюдаются в момент выпрессовки второго фланца шипа (для первой схемы $K_{\sigma}=1,45$; для второй $K_{\sigma}=1,25$), при этом видна значительная неравномерность распределения сопротивления деформации. Шипы противоскольжения, изготовленные по схеме № 1, отличаются более высокой анизотропией механических свойств по сравнению со схемой № 2, что, в свою очередь, приводит к увеличению неоднородности структуры и свойств по объёму готового корпуса шипа.

Сравнение предложенных технологических схем высадки корпуса шипа заключалось не только в анализе на-

пряженно-деформированного состояния процесса деформации и оценки свойств готового изделия, но и в расчете энергосиловых параметров процесса.

Посредством компьютерного моделирования для обеих схем получены зависимости работы деформирования от времени протекания процесса на последнем формообразующем переходе (рис. 6). Видно, что работа деформации, а соответственно и энергозатраты на производство, меньше при использовании схемы № 2.

Анализируя полученные результаты, основанные на компьютерном моделировании процесса высадки корпуса шипа противоскольжения в среде «Qform», можно отметить, что технологическая схема высадки № 2 является предпочтительной при производстве в связи с малым максимальным значением эффективного напряжения $K_{\sigma}=1,25$, однородностью механических свойств и минимальными энергозатратами.

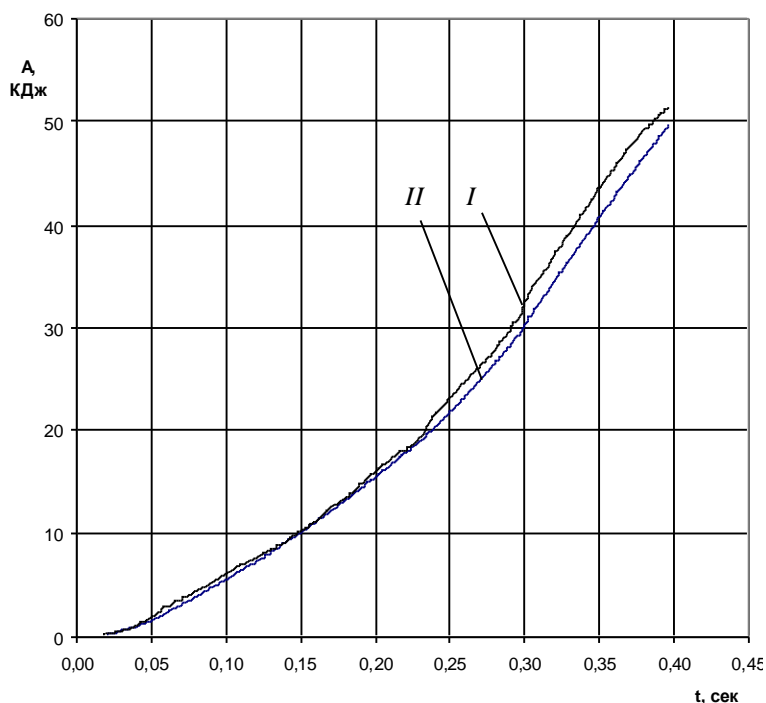


Рис. 6. Зависимость работы деформации от времени процесса:

I – технологическая схема № 1;
II – технологическая схема № 2

Библиографический список

1. Гун Г.С. Квалиметрические модели управления качеством металлопродукции // Вестник МГТУ. 2003. № 1. С. 102–108.
2. Исследование процесса осадки при однокомпонентном и комбинированном нагружении посредством компьютерного моделирования / Михаленко Ф.П., Шнейберг А.М., Пудов А.С., Кошелев О.С. // Кузнечно-штамповочное производство. 2007. № 8. С. 31–39.
3. К выбору технологии изготовления шпиров противоскольжения для автомобилей / Закиров Д.М., Сабадаш А.В., Галиахметов Т.Ш., Рубин Г.Ш., Андреев В.В. // Метиз. 2006. С. 42–47.

УДК 669.1

Букреев А.Е., Манашев И.Р., Никифоров Б.А., Бигеев В.А.

НОВЫЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ЛИГАТУРЫ СВС НА ОСНОВЕ НИТРИДА ХРОМА

Несмотря на существенное преимущество азотсодержащих сталей по сравнению с другими конструкционными материалами [1], в России их производство находится на низком уровне [2]. Связано это с технологическими трудностями получения заданного содержания азота в стали.

Среди множества различных способов легирования стали азотом наибольшее применение получили методы с использованием азотированных лигатур [3]. В основном отечественные предпри-

ятия используют азотированные марганец марки МрН4А или феррохром марки ФХН600А. Производят их в электропечах высокотемпературной обработкой исходных сплавов азотсодержащим газом. Технология получения характеризуется большой продолжительностью и расходом значительного количества электроэнергии, отсюда и высокая стоимость продукта [4]. Кроме того, в традиционных азотсодержащих материалах содержится не более 6–8% азота.

Специально для выплавки высокоазотистых сталей разработаны новые высокоазотистые лигатуры на основе хрома, полученные по технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), основанной на способности целого ряда неорганических веществ и соединений вступать в экзотермическую реакцию, распространяющуюся по объему реакционной среды в волновом режиме. Высокое качество СВС-продуктов, а также возможность быстрого получения широкой номенклатуры материалов в требуемых количествах способствует их успешному применению для решения различных практических задач.

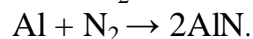
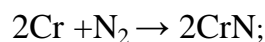
Как технологический подход, метод СВС по комплексу показателей превосходит традиционные методы синтеза с использованием высокотемпературных печей и имеет большие перспективы в промышленности современных материалов, интерметаллидов и композитов [5]. СВ-синтез позволяет развить технологические и экономические предпосылки производства материалов, получение которых с помощью других приемов невыгодно, а порой и невозможно. В работе [6] указывается об успешном использовании СВС-технологии в получении азотированного феррованадия. ООО «НТПФ «Эталон» освоена промышленная технология производства СВС – азотированного ферросилиция [7], однако освоение производства азотированного хрома методом СВС сопряжено с рядом трудностей.

Основной проблемой при синтезе азотированного хрома методом СВС является низкая энтальпия реакций $\text{Cr} + 1/2\text{N}_2 \rightarrow \text{CrN}$ (118 кДж/моль) и $2\text{Cr} + 1/2\text{N}_2 \rightarrow \text{Cr}_2\text{N}$ (105,51 кДж/моль). Существует ряд решений по совершенствованию режима горения хрома в азоте [8, 9]: разбавление исходной шихты веществами, имеющими высокую температуру горения в среде азота, такими как кремний, алюминий, титан и т.д. (Si, Al, Ti, Nb), измельчение хрома до мелкодисперсной фракции (<40 мкм), предварительный подогрев шихты перед синтезом, повышение давления азота в системе. Однако реализация данных решений, безусловно, приводит к удорожанию лигатуры и ставит под сомнение эффективность СВС в производстве азотированных материалов на основе хрома.

Разработан альтернативный способ получения азотированного хрома в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, основанный на проведении в реакторе нескольких экзотермических реакций одновременно, например:



Азотированный хром СВС
(слева – проплавленный, справа – спеченный)



При образовании нитрида алюминия избыток тепла расходуется на дополнительный нагрев хрома, тем самым поддерживая фильтрационный режим горения системы Cr–N. В результате синтезируются два продукта: лигатура на основе нитрида хрома и огнеупорный материал на основе нитрида алюминия. Регулируя расположение данных материалов в реакторе, варьируя соотношением их объема и массы, удалось существенно изменять тепловой режим горения хрома и тем самым получить материал с различной структурой (см. рисунок). Полученный нитрид алюминия обладает высокой химической стойкостью и в мелкодисперсном виде может быть использован как важнейший компонент в огнеупорах для цветной металлургии.

Проплавленный азотированный хром содержит до 12% азота и имеет высокую плотность до 6,5 г/см³. Спеченный азотированный хром содержит до 21% азота, и может использоваться в качестве наполнителя порошковой проволоки для обработки жидкой стали. Кроме того, данные материалы находят и другое применение. Так, опытная партия в 500 кг тонкоолотого спеченного азотированного феррохрома СВС с содержанием азота 11,4% прошла успешные испытания при изготовлении наплавочных электродов на предприятии ЗАО «Электродный завод» (г. Санкт-Петербург). Новый продукт был рекомендован для производства электродов марки ЭЛЗ-НВ-1 взамен дефицитному азотированному феррохрому ФХН 600А.

Таким образом, разработан новый способ производства азотсодержащей лигатуры на основе нитрида хрома. Также проведено промышленное испытание полученных материалов. В дальнейшем планируется совершенствование данной технологии для внедрения в серийное производство.

Библиографический список

1. О роли стали в XXI веке /О.А. Банных // Электromеталлургия. 2005. № 5. С. 6–10.
2. Место коррозионно-стойкой стали в мировой металлургии / А.Е. Семин, Ю.И. Уточкин, Е.А. Родионова // Электromеталлургия. 2006. № 1. С. 2–9.
3. Легирование стали азотом / Свяжин А.Г. // Черная металлургия. Бюл. НТИ. 1990. № 6. С. 23–32.
4. Гасик М.И., Лякишев Н.П., Емлин Б.И. Теория и технология производства ферросплавов. М.: Металлургия, 1988. 784 с.
5. Мержанов А. Г. Твердопламенное горение. Черногоровка: Исман, 2000. 224 с.
6. Зиатдинов М.Х. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез азотированного феррованадия: Дис. ... канд. техн. наук. Томск, 1982.
7. Технология получения азотированного ферросилиция и результаты его применения в металлургическом производстве / И.М. Шагохин, М.Х. Зиатдинов // Черная металлургия. Бюл. НТИ. 2007. № 6. С. 23–32.
8. А. с. 589219 СССР, МКл. С21С 7/00. Способ получения литого азотированного ферросплава.
9. Пат. 2797156 США, Н.Кл. 75-28. Nitrogen-bearing ferrochromium.

УДК 621.771

Сычков А.Б.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКАЛИНЫ И СПОСОБНОСТЬ ЕЕ К УДАЛЕНИЮ ПЕРЕД ВОЛОЧЕНИЕМ КАТАНКИ

Существует [1–3] дифференциация температур виткообразования на линии Stelmog для химического и механического удаления окалины с поверхности катанки перед ее волочением. В основном для механического удаления окалины предлагается более высокая температура (~900°C), а химического способа – более низкая температура (~850°C). Однако следует иметь в виду погрешность пирметров, которая предопределяет некоторые колебания этих температур как в большую, так и в меньшую стороны. Так, например, в условиях СЗАО ММЗ [4, 5] оптимальной температурой виткообразования для катанки как из низко-, так и высокоуглеродистой марок стали, предназначенной для механического удаления окалины, является температура ~950°C. При этой температуре формируется однородная окалина, практически на 100% состоящая из вюстита (FeO), который имеет минимальную адгезию к поверхности металлоосновы и наилучшим образом (полностью) удаляется механическим способом. Однако, чтобы сохранить в процессе охлаждения металла после виткообразования на линии Stelmog вюститную составляющую и предотвратить ее распад на магнетит (Fe₃O₄), обладающий высокой адгезией к металлооснове и соответственно плохой способностью к удалению с поверхности катанки, внедрена технология ускоренного охлаждения металла вентиляторным воздухом в диапазоне температур 570...400°C. И даже для катанки сварочного назначения из низкоуглеродистой легированной кремнемарганцевой стали типа Св-08Г2С [5], для кото-

рой не применяется ускоренное вентиляторное охлаждение в температурном диапазоне распада вюстита (570...400°C), при хорошей системе механического окалиноудаления обеспечивается удовлетворительное удаление окалины с формированием светлой металлической поверхности катанки перед волочением, что обеспечивает блестящий товарный вид поверхности омедненной проволоки из такой катанки.

В то же время вышеуказанный технологический режим двустадийного охлаждения углеродистой катанки (температура виткообразования $t_{в/г} \approx 950^\circ\text{C}$, блоки струйного охлаждения БСО: ~4...6 шт. \times 600...800 мин⁻¹ и до 6 \times 1480 мин⁻¹ для различных диаметров катанки [6]) обеспечивал также и удовлетворительную травимость катанки. Однако, по сообщениям некоторых потребителей, травление такой катанки периодически проходит неудовлетворительно. Так, наблюдается бурление травильной ванны, что можно связать с выделением водорода при перетраве. Возможно и неполное удаление окалины, что предположительно обусловлено разным составом окалины (FeO + Fe₃O₄, хотя это исключается технологией на линии Stelmog). Происходит также частичное осыпание окалины по периметру катанки при погрузочно-разгрузочных и транспортных работах за счет относительно большей толщины вюститной окалины, сформированной при 950°C. Это обуславливает разную травимость окалины с элементами перетравы и появлением так называемых «бластеров» – пузы-

ристой окалины. С другой стороны, неудовлетворительное удаление окалины может быть обусловлено и неэффективной технологией на метизном предприятии: применение для садочного травления катанки отработанных травильных растворов, например, с термотравильных агрегатов непрерывного действия при наличии в них индустриального масла. Это обуславливает несмачивание поверхности катанки травильным раствором со всеми вытекающими из этого негативными последствиями.

Несмотря на то, что, в целом, у большинства потребителей катанки химическое удаление окалины идет удовлетворительно, необходимо исследовать технологические особенности двустадийного охлаждения, обеспечивающие наилучшую травимость окалины. В основном, по-видимому, это связано с оптимизацией температуры виткообразования, так как просматривается четкая зависимость, что с уменьшением этой температуры снижается толщина окалины и увеличивается ее плотность и адгезия к металлооснове. Это обуславливает формирование плотной окалины без участков с осыпавшейся окалиной и бластерами, а так как обеспечивается быстрое прохождение при охлаждении неблагоприятного температурного диапазона ($570...400^{\circ}\text{C}$), то формируется и окалина оптимального химического состава (вюстит – FeO) без наличия на границе раздела окалина – металлооснова магнетита (Fe_3O_4) и гематита (Fe_2O_3). Последние два окисла железа могут располагаться с внешней стороны от металлоосновы и вюстита. Недостатком более низкой температуры виткообразования является ухудшение товарного вида ка-

танки, так как во внешних поверхностных слоях образуется пылевидный налет ржаво-коричневого цвета, состоящий из гематита (Fe_2O_3). Это явление в ряде случаев настораживает трейдеров и заказчиков, вводя их в заблуждение, что металл якобы прородирован.

Ниже приводятся результаты исследования химического удаления окалины при различных температурах виткообразования как для низко-, так и для высокоуглеродистой катанки. В ряде случаев на поверхности катанки наблюдаются темные или светлые пятна (рис. 1), которые выглядят как нарушение сплошности слоя окалины по периметру катанки и могут обусловить ошибки при выборе технологии удаления окалины.

На метизных предприятиях «пятнистость» окалины воспринимают как наличие окалины разной травимости, различной степени адгезии к поверхности катанки и поэтому начинают бороться с ней, пытаясь вытравить эти пятна, вследствие чего перерасходуют кислоту (в основном, серную и/или соляную), ингибиторы, увеличивают время травления. Поэтому происходит перетрав [7] металлической части поверхности катанки, при котором выделяется водород, вызывающий бурление кислотной ванны. При этом увеличивается количество шлама – соляных продуктов травления окалины, а также охрупчивается металл.

В общем, пятнообразование на поверхности катанки может быть обусловлено следующими причинами:

1. Разложение вюстита (FeO) при медленном охлаждении в диапазоне температур $570...400^{\circ}\text{C}$ на магнетит (Fe_3O_4) и железо (Fe): $4\text{FeO}=\text{Fe}_3\text{O}_4+\text{Fe}$.

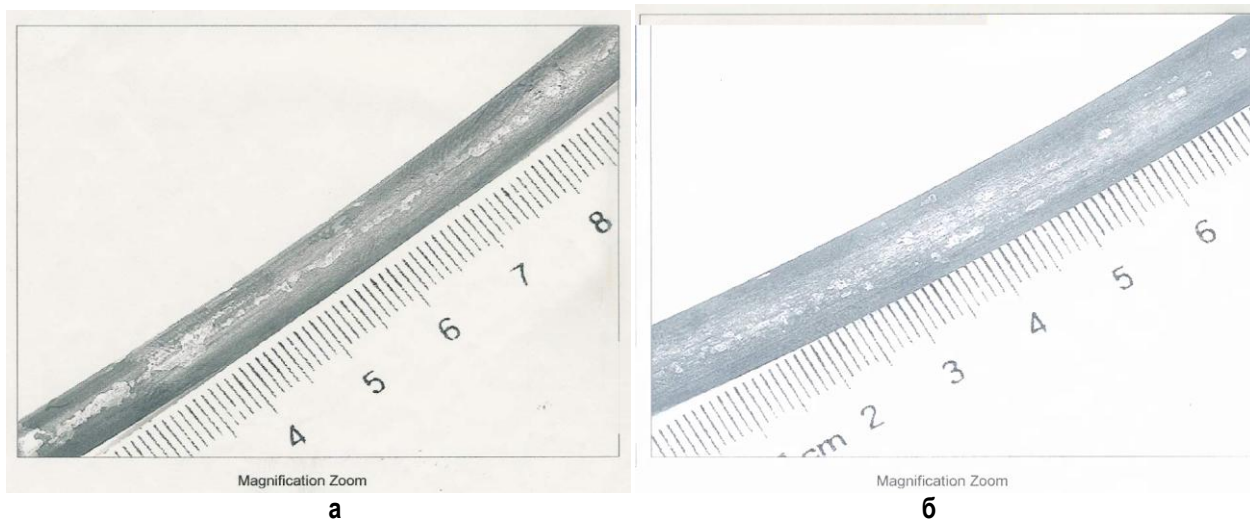


Рис. 1. Внешний вид после травления «пятна» на поверхности катанки диаметром 7.0 мм (а) и 9.0 мм (б):
 а – $t_{\text{в/л}} \approx 900^{\circ}\text{C}$; БСО $4 \times 600 \text{ мин}^{-1}$; $V_{\text{тр}} = 0.2...0.3 \text{ м/с}$; крышки над БСО открыты;
 б – $t_{\text{в/л}} \approx 850^{\circ}\text{C}$; БСО $4 \times 800 \text{ мин}^{-1}$; $V_{\text{тр}} = 0.2...0.3 \text{ м/с}$; крышки над БСО открыты

В этом случае Fe_3O_4 выделяется попеременно с FeO на границе раздела металлосонова – окалина и имеет большую адгезию к поверхности катанки, чем вюстит. Поэтому способность к стравливанию у магнетита значительно хуже, чем у вюстита. Это доказывается иллюстрациями (рис. 2–4), на которых ясно видно, что участки металла имеют разное время травления окалины и поэтому наблюда-

ется неполное удаление окалины.

2. «Выпотевание» меди и никеля [8], когда создается микрорельеф на поверхности катанки, что однако не влияет на процессы удаления окалины, а обуславливает разный уровень отражения света от поверхности и проявление «пятнистости» поверхности (рис. 5). Это явление повышает шероховатость поверхности катанки и спо-

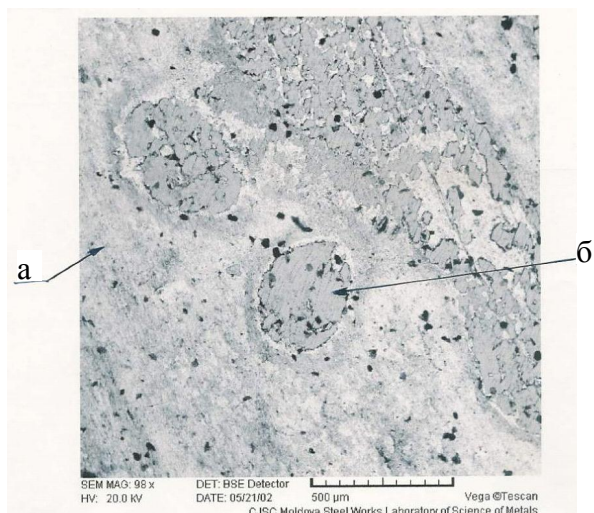


Рис. 2. Поверхность низкоуглеродистой катанки (исследование на РЭМ в отраженных электронах) с участками разной травимости:

а – участок со стравленной окалиной (полностью);
б – рельефно возвышающийся участок с Fe_3O_4 – не травленный

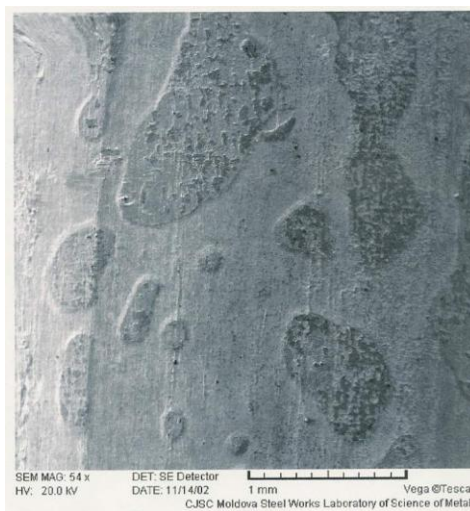


Рис. 3. То же, что и на рис. 2, только слой Fe_3O_4 частично стравлен (РЭМ – исследование во вторичных электронах)

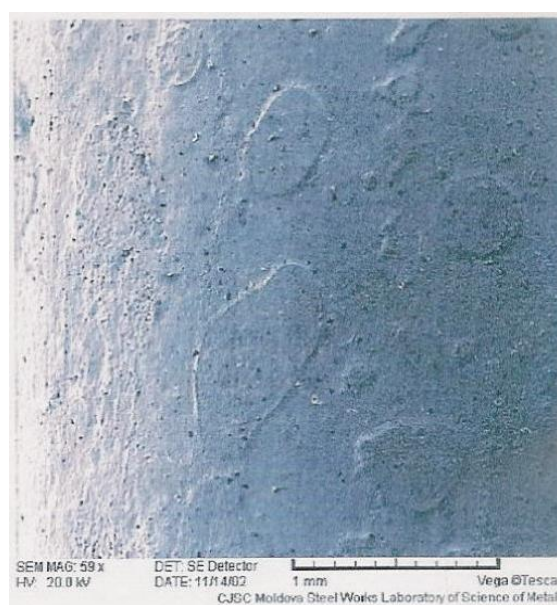
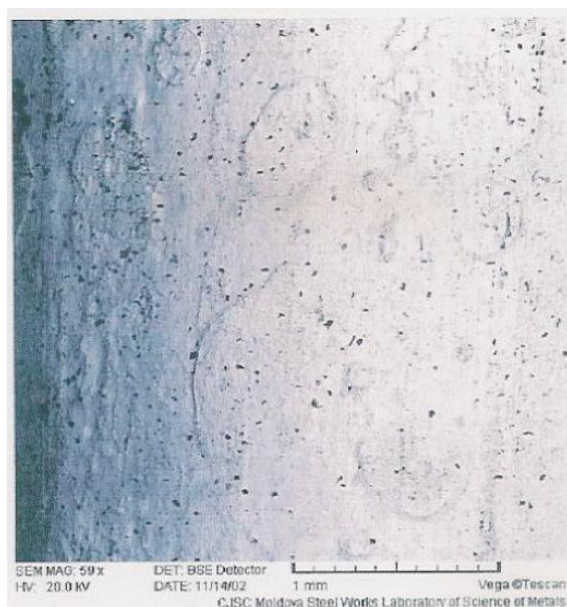


Рис. 4. Полностью вытравленная окалина на поверхности катанки: выпуклые участки (Fe_3O_4) имеют большее время травления:

а – РЭМ - исследование в отраженных электронах; **б** – РЭМ – во вторичных электронах

способствует улучшению окалиноудаления с нее.

3. Атмосферная или иная (от остатков селитры в вагонах, например) неравномерно распределенная по периметру поперечного сечения катанки коррозия, в том числе питтинговая.

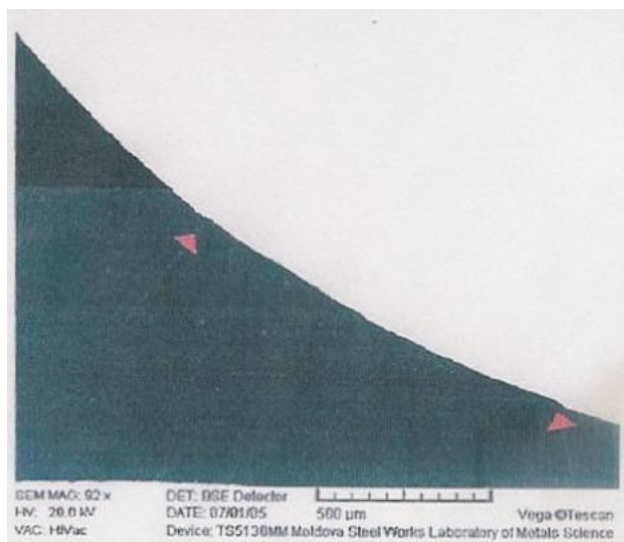
4. Наличие в поверхностных внешних слоях окалины гематита (Fe_2O_3) в виде тончайшей мелкодисперсной пудры рыже-ржавого цвета, которая неравномерно распределяется на поверхности катанки, но легко удаляется.

Зачастую наблюдаются «пятна» и до, и после

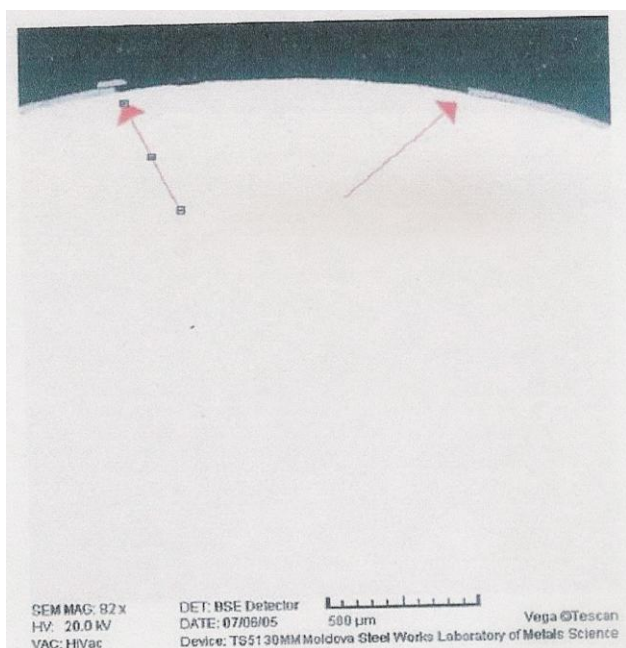
травления окалины, особенно при высоких значениях температуры виткообразования ($t_{в/л}$). До удаления окалины «пятна» образуют участки осыпавшейся окалины. «Пятна» иногда образуют пленку, в ряде случаев из «выпотевших» Cu, Ni, Cr (иногда Si), которая механически хорошо разрушается (на рис. 6 видно на концах образцов в местах реза более светлые участки, свободные от пассивирующей пленки), но плохо удаляется при травлении (30 минут в стандартном HCl-растворе по ГОСТ 30136). Так как в металлографических



а



б



в

Рис. 5. «Пятна» на поверхности катанки после травления, РЭМ, во вторичных электронах (а) и отраженных электронах (б, в):

а – катанка диаметром 5.5 мм, марка 1008;

б – катанка диаметром 7.0 мм, марка 1008;

в – катанка диаметром 6.5 мм, марка 1006

исследованиях применяется достаточно сильное травление, то, зачастую, «выпотевание» примесей цветных металлов не обнаруживают. Однако на внутренней поверхности окалины эти элементы присутствуют, что вполне объяснимо – «выпотевание» наблюдается на границе раздела окалина – металлооснова. В ряде случаев локальное повышение этих элементов на катанке достигает ~ 10% Cu, ~ 5% Ni, ~ 2% Cr.

В процессе исследований варьировали температуру виткообразования в диапазоне 700...1050°C через 50°C, а также интенсивность воздушного охлаждения БСО (от их полного отключения до 6 БСО × 1000 мин⁻¹) и время термостатирования под теплоизолирующими крышками при скорости роликового транспортера в диапазоне 0.2/0.3...0.3/0.4 м/с с последующей оценкой окалиноудаления с поверхности катанки в лабораторных условиях. Кроме оценки удаляемости окалины химическим методом проведено также подобное оценивание и механическим способом, в том числе и по методике фирмы Векаерт. Дополнительно исследованы зависимости изменения механических свойств, структурных параметров, внешнего вида поверхности катанки от температуры раскладки витков на роликовый транспортер линии Stelmor. Ниже приводятся результаты исследований.

На рис. 7 представлена окалина на поверхности низкоуглеродистой катанки с «пятнами» оголившегося металла с ферритной структурой. Это участки металла со слущенной окалиной. Технологический процесс двустадийного охлаждения этого металла на линии Stelmor стандартный ($t_{в/у} \approx 950^\circ\text{C}$; БСО 4 × 600 мин⁻¹; $V_{тр} = 0.2...0.3$ м/с; теплоизолирующие крышки открыты над БСО).

В рамках изменения параметров технологии, которые в конечном итоге свелись к варьированию температуры виткообразования при стабилизации условий работы БСО (4...6 × 600...800 мин⁻¹ для низкоуглеродистой катанки), скорости транспортирования ($V_{тр} = 0.2...0.3$ м/с для низко- и 0.5 м/с для высокоуглеродистой катанки), положения теплоизолирующих крышек (открыты над БСО), отмечено следующее поведение прочности катанки (рис. 8). Для низкоуглеродистой катанки с увеличением $t_{в/у}$ однозначно понижаются прочностные свойства (σ_b), причем, чем больше диаметр катанки, тем более значимо это снижение, то есть наблюдается повышение пластичности металла. Для высокоуглеродистой катанки имеет место экстремальная зависимость: в диапазоне 850...900°C наблюдается минимум, а менее 800°C и более 900°C – повышающий тренд. При-



Рис. 6. Внешний вид поверхности катанки диаметром 9 мм из низкоуглеродистой стали 1008 после травления; $t_{в/у} \approx 1000^\circ\text{C}$

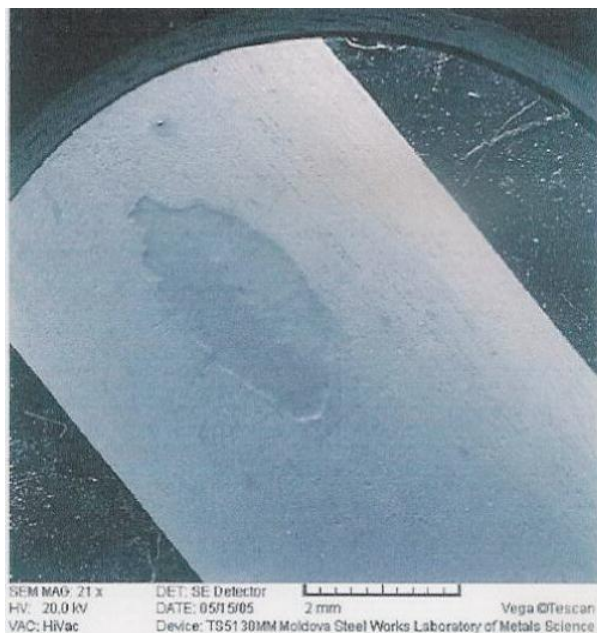
чем в области более высоких температур этот тренд выражен более существенно. Это объясняется преимущественным формированием тонкодисперсного перлита при этих температурных диапазонах [9]. Однако в низкотемпературной области (750 и 700°C) в поверхностных слоях наблюдается сорбит отпуска. Причем, чем ниже температура виткообразования, тем больше по периметру и глубже распространяется эта неудовлетворительная для последующего волочения структурная составляющая (сорбит отпуска). Сорбит отпуска (до 80...85% от периметра глубиной залегания до 0.13 мм) наблюдается при температурах 750°C, а при 700°C появляется бейнит.

Для высокоуглеродистой катанки диаметром 5.5 мм из стали марки 65 с повышением $t_{в/у}$ от 700 до 1000°C происходит существенное увеличение размера зерна перлита: в среднем от 9...10 номеров (ГОСТ 5639) при 700...800°C до № 9 при 900°C и № 7, 6 при 1000°C. Это может положительно повлиять на степень прямого волочения, так как с увеличением размера зерна (в оптимальном диапазоне – от № 10 к 7 согласно уравнению Холла-Петча) повышается пластичность металла – снижается его сопротивление деформированию. Поведение дисперсности перлита в зависимости от $t_{в/у}$, как уже указывалось, носит экстремальный характер с минимумом в области $t_{в/у} = 800...900^\circ\text{C}$ (абсолютный минимум при 850°C – соответственно П 1 б. = 55 и 53.3%) и увеличением, в среднем, количества перлита 1 балла при 700°C до 61.7% и при 1000°C до 71.7%.

Способность к стравливанию окалины как с поверхности низко-, так и высокоуглеродистой катанки (рис. 9) практически однозначно улучшается с уменьшением $t_{в/у}$ и соответственно ухудшается с увеличением этой температуры. То

есть время травления окалины минимально при минимальных температурах $t_{в/у}$. Это можно объяснить тем, что с уменьшением $t_{в/у}$ снижается толщина окалины и увеличивается ее адгезия к металлооснове, но низкая прочность (по сравнению с другими окислами железа) вюстит обуславливает при кислотном травлении достаточно быстрое проникновение кислоты по микротрещинам в слой окалины и ее растворение. Плотный, но равномерный по толщине и химическому составу (вюстит на границе металл-окалина, образованный

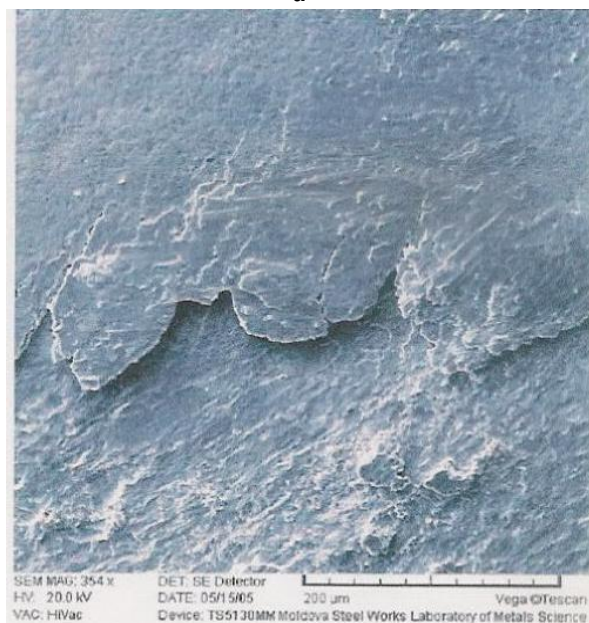
благодаря высокой скорости охлаждения катанки в интервале температур распада вюстита) слой окалины при минимальных $t_{в/у}$ обеспечивает и однородное стравливание окалины по периметру и длине катанки. Однородность распределения окалины на поверхности катанки при этом обеспечивается также достаточно высокой скоростью транспортирования витков по роликовому транспортеру линии Stelmor. Этот вывод подтверждается также и условиями «пятнообразования» на поверхности катанки (рис. 10, 11).



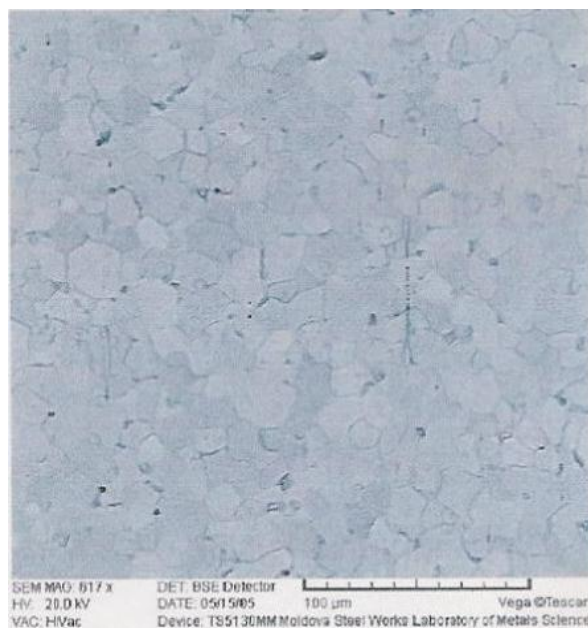
а



б



в



г

Рис. 7. Внешний вид «пятен» (а, б), окалины (в) и структуры (г) на поверхности катанки, РЭМ: а, в – во вторичных электронах; б, г – в отраженных электронах

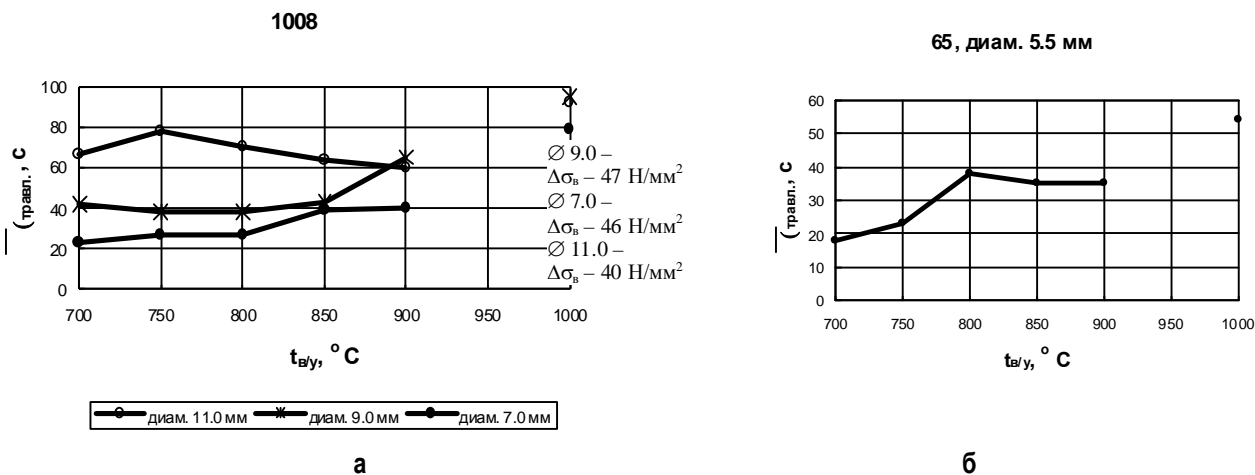


Рис. 8. Зависимость предела прочности низкоуглеродистой (а) и высокоуглеродистой (б) катанки от температуры виткообразования

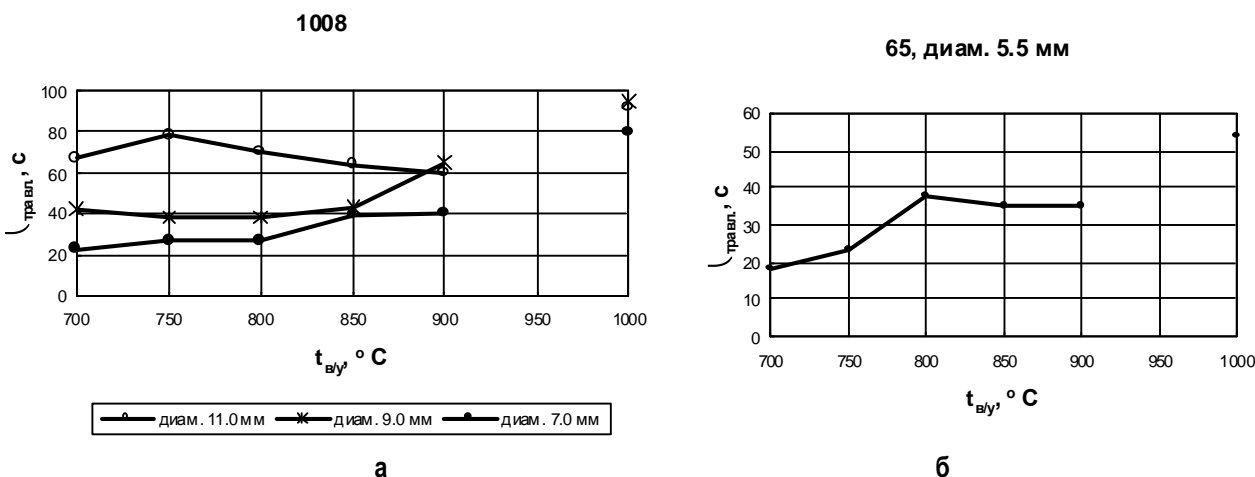


Рис. 9. Зависимость времени травления катанки из низкоуглеродистой (а) и высокоуглеродистой (б) стали от температуры виткообразования

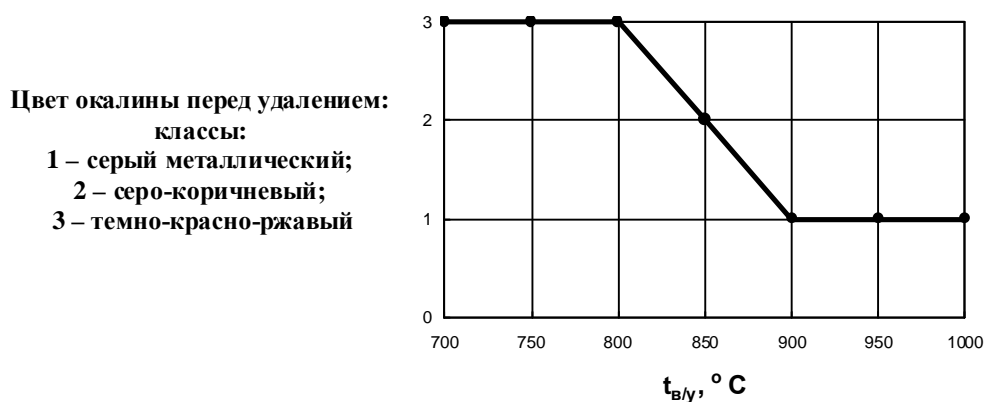


Рис. 10. Зависимость цвета окалины перед ее удалением с поверхности катанки от температуры виткообразования

Классы блестящих точек после травления:

- 1 – тах по наличию блестящих пятен: крупные и средние пятна в строчку и хаотично, средние редкие;
- 2 – большое количество средних пятен в сплошную строчку и редкие, единичные крупные пятна в строчку, а также мелкие;
- 3 – редкие средние, мелкие в строчку и хаотично;
- 4 – много мелких и средних в строчку и хаотично, редкие крупные;
- 5 – мелкие в строчку и хаотично или даже в отдельных образцах без пятен;
- 6 – единичные мелкие пятна, средние, в отдельных образцах (больше, чем в 5) – отсутствие пятен – min уровень

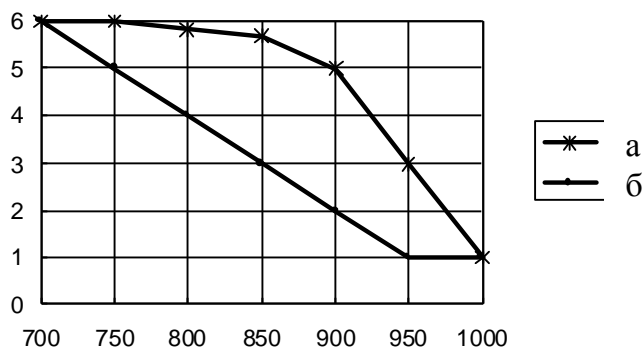


Рис. 11. Зависимость степени поражения поверхности катанки после травления блестящими пятнами от температуры виткообразования для низкоуглеродистой (а) и высокоуглеродистой (б) стали

Проведенные исследования позволили установить однозначную зависимость цвета окалины на поверхности катанки от $t_{в/у}$. Наиболее оптимальным с точки зрения товарного вида катанки является диапазон $t_{в/у} = 1000...900^{\circ}\text{C}$, когда поверхность катанки имеет серый (с просинью) металлический цвет. Со снижением $t_{в/у}$ этот цвет сменяется сначала на серо-коричневый при 850°C , а затем и на темно-красно-ржавый при $800...700^{\circ}\text{C}$. Как уже указывалось в настоящей статье, цвет корродированного металла обусловлен легко удаляемой пылью гематита (Fe_2O_3). Физическое обоснование этого процесса заключается в том, что при высокой $t_{в/у}$ на поверхности катанки образуется FeO – вюстит преимущественно черного цвета, над ним – Fe_3O_4 – магнетит металлического цвета (это доказывается тем, что стравливается двуслойная окалина: нижний слой – черный, верхний – серый). При снижении $t_{в/у}$ поверхностный слой металла переохлаждается в большей степени до области образования Fe_2O_3 – гематита ржавого цвета. В связи с самоотпуском поверхности катанки за

счет тепла сердцевины гематит в полной мере (при достаточно высоких $t_{в/у}$) частично восстанавливается в FeO . При более низких $t_{в/у}$ остается пылевидная пудра гематита.

На поверхности катанки наблюдаются «пятна» двух типов. Темные «пятна» на поверхности катанки образуют остатки неудаленной окалины или продукты распада вюстита – магнетит и железо. Светлые «пятна» («блестящие пятна») представляют собой окалину, опавшую частично и неравномерно по периметру поперечного сечения катанки. Последнее (светлые «пятна») наблюдается при высоких $t_{в/у}$, когда образуется большое количество толстой вюститной окалины [10]. Толстая окалина, имея различный со сталью коэффициент теплового расширения, более предрасположена к растрескиванию и слущиванию с поверхности катанки при механических воздействиях. Наиболее критическими с этой точки зрения являются участки катанки в местах разъемов валков последней клетки стана, при формировании витков (внешняя сторона, где возникают растягивающие – скалывающие окалины напряжения), в боковых участках витков на роликовом транспортере (где формируются скопления этих витков и имеется более высокая температура по длине витка и более толстая окалина), а также при отборе проб для испытаний.

После травления степень поражения поверхности катанки «блестящими пятнами» (см. рис. 11) уменьшается, как уже указывалось, с понижением температуры виткообразования. Так, если при 1000°C наблюдаются максимально развитые «блестящие пятна» крупных и средних размеров, расположенные в строчку и хаотично, то при 700°C в ряде случаев их вообще нет, а если и встречаются, то единичные, чаще мелкие пятна.

На рис. 12 представлены отдельные данные по анализируемым плавкам низкоуглеродистой стали (после глубокого травления, что могло сгладить

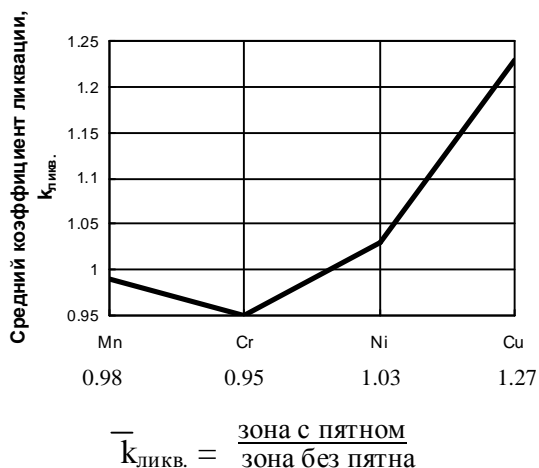


Рис. 12. Уровень ликвации химических элементов в разнородных участках поверхности катанки

эффект) по уровню «выпотевания» примесей цветных металлов (отношение концентраций элементов в «пятнах» и зонах без «пятен»): эффект для Mn, Cr и Ni незначительный (+3/-5% отн.), Cu – несколько больший (+27% отн.).

На основании вышеуказанного существует оптимизационная задача: необходимо обеспечить наилучшие технологические условия химического удаления окалины при наличии противоречивых требований к цвету окалины, рациональной микроструктуре, механическим характеристикам, технологической пластичности катанки-проволоки при волочении.

Наиболее приемлемым решением для химического удаления окалины, по-видимому, является следующее:

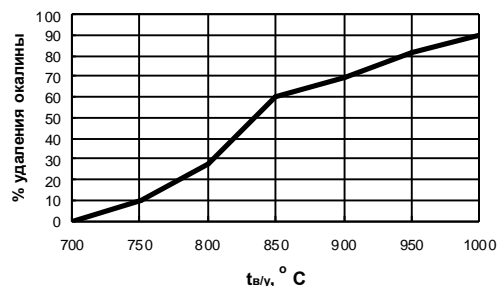
а) для низкоуглеродистой катанки $t_{в/у} \approx 900 \dots 850^\circ\text{C}$ с корректировкой химического состава в сторону уменьшения упрочняющих элементов (C, Mn, Si, P, Cr, Ni, Cu и др.) эффективным микролегированием стали бором и заключением с заказчиками компромиссного соглашения о допустимости поверхности катанки с красно-медным оттенком; при этом количество окалины можно ограничить на уровне 8...6 кг/т (0.8... 0.6%);

б) для высокоуглеродистой катанки $t_{в/у} \approx 950 \dots 900^\circ\text{C}$, при этом следует учитывать, что возможно увеличить $t_{в/у} \geq 950^\circ\text{C}$ для улучшения в комплексе дисперсности перлита, механических свойств и деформационной пластичности катанки-проволоки; при $t_{в/у} \approx 950 \dots 900^\circ\text{C}$ количество окалины не более 8 кг/т (0.8%), $t_{в/у} \geq 950^\circ\text{C}$ – не более 10 кг/т (1.0%); при этом не следует обращать внимание на наличие «блестящих пятен».

В отличие от химического метода окалиноудаления, способность к удалению окалины механическим способом (рис. 13–16) ухудшается с понижением $t_{в/у}$ от 1000 до 700°C. Количество остаточной окалины минимально в основном при 1000°C (~0.15 кг/т) и максимально при 700°C (0.98...0.86 кг/т). Таким образом, максимальная $t_{в/у}$ улучшает механическое удаление окалины. Однако при этом на поверхности катанки наблюдаются участки опавшей окалины за счет даже минимальных механических воздействий вследствие очень слабой адгезии такой окалины к металлооснове. Поэтому оголенная, без окалины поверхность катанки при хранении и длительных перевозках может быть прокорродирована в местах расположения «блестящих пятен» и «бластеров» – вздутой окалины. Тем не менее, для механического удаления окалины оптимальна $t_{в/у} \approx 950^\circ\text{C}$.

Выпотевание меди [8] на поверхности катанки должно привести к так называемой «поверхност-

ной краснеломкости», так как чистая медь имеет температуру плавления 1083°C и в жидком состоянии распространяется в межзеренных границах, ослабляет связь между зернами и охрупчивает металл. Однако на практике этого не наблюдается. Краснеломкость, в свою очередь, ухудшает окалиноудаление. Отмечается также, что для того, чтобы явление краснеломкости не проявлялось, необходимо обеспечить отношение Cu/Ni не более 1.5 ($\text{Cu/Ni} \leq 1.5$). Анализ показывает, что это отношение в углеродистых сталях находится в диапазоне



1000 °С – адгезия очень слабая, ~5 % оставшейся окалины в «ямках» поверхности;

900 °С – адгезия слабая, ~30 % оставшейся окалины, легко может быть удалена механическим воздействием;

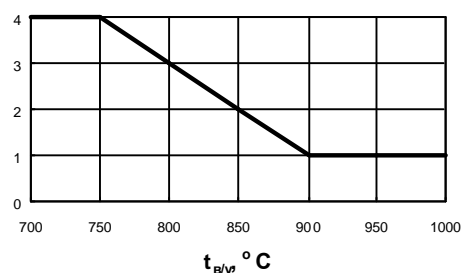
850 °С – адгезия средняя, ~40 % оставшейся окалины, менее легко может быть удалена механическим воздействием;

800 °С – адгезия выше средней, затруднено механическое удаление окалины, ~70...75 % оставшейся окалины;

750 °С – адгезия сильная, оставшаяся окалина – игольчатая в строчку, ~90 % оставшейся окалины;

700 °С – высокая степень адгезии, ~99...95 % оставшейся окалины

Рис. 13. Механическое удаление окалины – визуальная оценка (%) в зависимости от $t_{в/у}$ (°C)



До:

1 - 1000 °С – серый металл с частично опавшей окалиной;

1 - 900 °С – серый металл с частично опавшей окалиной;

2 - 850 °С – с коричневым оттенком;

3 - 800 °С – темно-красно-рыжий оттенок (медный);

4 - 750 °С – темно-красно-рыжий оттенок (медный) + темно-серый с синевой;

4 - 700 °С – темно-красно-рыжий оттенок (медный) + темно-серый с синевой

Рис. 14. Цветообразование окалины до ее механического удаления в зависимости от температуры виткообразования по BeKaert

- 1 - 1000 °С – редкие и широкие разрывы под углом 45 и 90 °, крупные хлопья равномерно или полосками серого цвета;
 2 - 900 °С – редкие разрывы под углом 45 и 90 ° крупными хлопьями или полосками неравномерно, менее интенсивно, чем при 1000 °С, серые;
 3 - 850 °С – равномерное растрескивание под углом 45° - крупные чешуйки и серые полоски;
 4 - 800 °С – равномерное растрескивание под углом 45° - мелкие чешуйки и темно-серые полоски;
 5 - 750 °С – равномерное растрескивание под углом 45° - мелкие и средние чешуйки и серая пыль;
 6 - 700 °С – практически не растрескивается и не осыпается или серая пыль

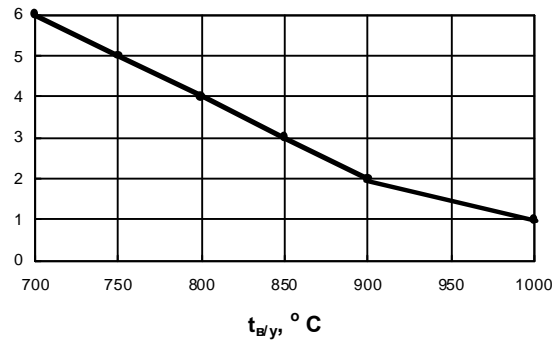


Рис. 15. Характеристика (механизм) механического удаления окалины по методике фирмы Bekaert в зависимости от температуры виткообразования

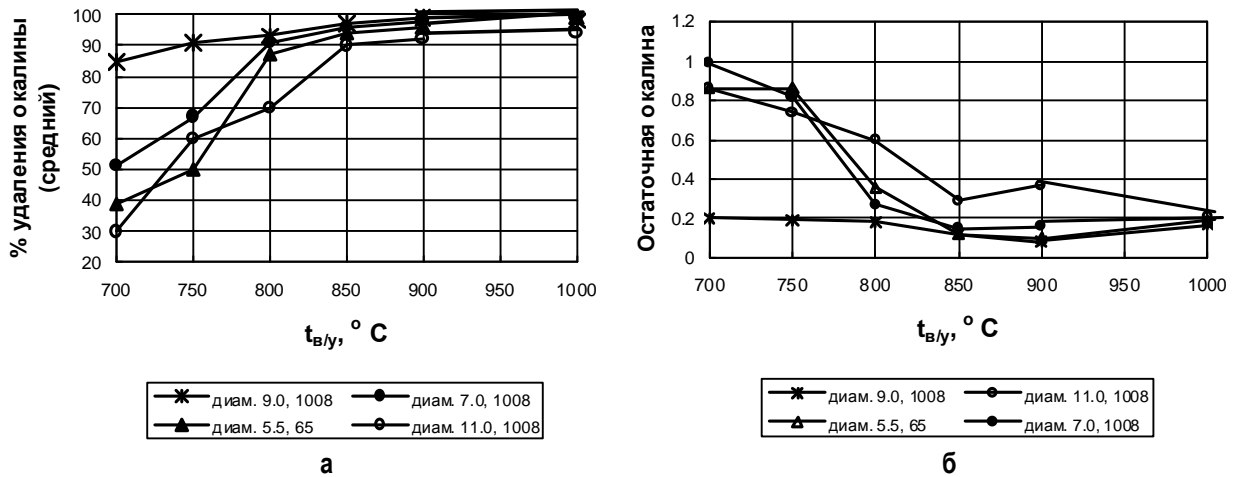


Рис. 16. Удаляемость окалины (а) и ее остаточное количество (б) в зависимости от температуры виткообразования (методика фирмы Bekaert)

1.31...2.70, что однако, в целом, не оказывает отрицательного влияния на удаление окалины. Наиболее значимо влияние $t_{в/у}$ – при быстром прохождении температурного диапазона 570...400°С.

ВЫВОДЫ

1. Исследования позволили выяснить природу пятнистой поверхности катанки. Темные «пятна» могут быть остатками неудаленной окалины или выделений металлической меди и никеля (явление «выпотевания»). Блестящие пятна – это участки металлоосновы, оголенные в результате слущивания окалины с поверхности катанки из-за механического воздействия и/или температурного воздействия за счет разности коэффициентов теплового расширения окалины и стали.

2. «Выпотевание» цветных металлов (Cu и Ni, в основном) носит приграничный характер. Увеличение концентрации Cu и Ni (иногда Cr и P) наблюдается на внутренней поверхности окалины, что предупреждает поверхностную краснотелость.

3. Оптимальная воститная окалина и способности ее к удалению перед волочением опреде-

ляются температурой виткообразования. Для химического удаления окалины наиболее благоприятны низкие температуры $t_{в/у}$ (~850°С), когда формируется тонкая и плотная окалина без слущивания окалины, «пятен» и бластеров, удаляемая за минимальное время. При этом для низкоуглеродистой катанки наблюдается монотонное падение пластичности и рост прочности, а для высокоуглеродистой катанки – неудовлетворительная микроструктура: сорбит отпуска, бейнит и перлит пониженной дисперсности.

4. С повышением $t_{в/у}$ (оптимальное значение 950...1000 °С) удаление окалины механическим способом улучшается вследствие разности теплового расширения окалины и металла. Это обуславливает растрескивание окалины, ее низкую адгезию к металлооснове и легкость удаления при механическом воздействии. Низкая адгезия приводит даже при незначительном механическом усилии к местному сколу окалины или ее вздутию. Бластеры и участки без окалины при хранении и длительной транспортировке приводят к коррозии, а при травлении – к перетраву

металла. При низких значениях $t_{в/у}$ образуется тонкая плотная поверхность с очень высокой адгезией окалины к металлу, которая практически не удаляется механическим методом.

5. При высоких температурах $t_{в/у}$ образуется вюститная окалина, премокающая к металлооснове черного цвета, над которой с внешней сто-

роны расположен магнетит серо-металлического цвета. При понижении $t_{в/у}$ формируется гематит красно-рыже-ржавого цвета, который за счет тепла сердцевин катанки восстанавливается до магнетита или вюстита. Остатки гематита в виде тончайшего пудровидного налета на поверхности катанки ошибочно принимают за ржавчину.

Библиографический список

1. Функе П. мл., Хайнриц М. Влияние условий охлаждения на стане на структуру окалины и травимость стальной катанки // Черные металлы. 1970. № 3. С. 12–20.
2. Особенности окалинообразования и травления проката высокоуглеродистых сталей / В.П. Лященко, В.Н. Климов, А.Н. Мороз, В.Н. Ковалев, Н.А. Сивоконь. (Информация из Internet).
3. Лестани М. Введение в систему управления структурой фирмы Даниели – DSC. Бутрио. 1995. 81 с.
4. Исследование возможности наиболее полного удаления окалины с поверхности катанки перед волочением / В.В. Парусов, А.Н. Савьюк, А.Б. Сычков, А.М. Нестеренко, А.А. Олейник, М.А. Жигарев, А.В. Перчаткин // Металлург. 2004. № 6. С. 69–72.
5. Исследование способности к удалению окалины с поверхности катанки из стали Св-08Г2С / В.В. Парусов, А.Б. Сычков, М.А. Жигарев, С.Ю. Жукова, О.В. Парусов, А.В. Перегудов // Металлургическая и горнорудная промышленность. 2006. № 5. С. 70–72.
6. Модернизация оборудования и совершенствование технологии для производства качественного проката в условиях Молдавского металлургического завода (ММЗ) / А.Б. Сычков, Н.А. Богданов, В.В. Парусов, О.В. Парусов, М.А. Жигарев // Металлургическая и горнорудная промышленность. 2002. № 8–9. С. 306–313.
7. Коковихин Ю.И. Технология сталепроволочного производства: Учебник для вузов. Киев: Віпол, 1998. 608 с.
8. Медь в черных металлах / Под ред. И.Ле Мэя и Л.М. -Д. Шетки. М.: Металлургия, 1988. 312 с.
9. Формирование оптимальной микроструктуры в высокоуглеродистой катанке / В.В. Парусов, А.Б. Сычков, М.А. Жигарев, А.В. Перчаткин // Сталь. 2005. № 1. С. 82–85.
10. Взаимосвязь толщины и удельной массы окалины на поверхности высокоуглеродистой катанки / В.В. Парусов, Э.В. Парусов, И.Н. Чуйко, А.Б. Сычков, И.В. Деревянченко // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. тр. 2004. Ч. 2. Вып. 27. С. 26–29.

УДК 621.771

Шмаков В.И., Салганик В.М., Песин А.М., Жлудов В.В.

АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РОКИРОВКИ» НА ЛИСТОВЫХ СТАНАХ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ОАО «ММК»

Одной из актуальных научно-практических проблем прокатного производства является проблема выбора оптимальных технологических потоков для выпуска продукции в условиях наличия разветвляющихся (альтернативных) технологических маршрутов изготовления металлопродукции.

На основе накопленного за ряд последних лет теоретического и практического опыта исследований в данной сфере [1, 2] был проведен анализ приоритетности товарных позиций металлопродукции ЦГП-1, ЦГП-2 и стана ЦХП-1, проходящих через листовые станы горячей прокатки ЦГП-1 и ЦГП-2 (см. рисунок).

Спецификой выбранного объекта исследования явилось наличие альтернативных маршрутов

производства как для позиций товарного проката цехов горячей прокатки (Т.1.3 и Т.2.3, см. рису-

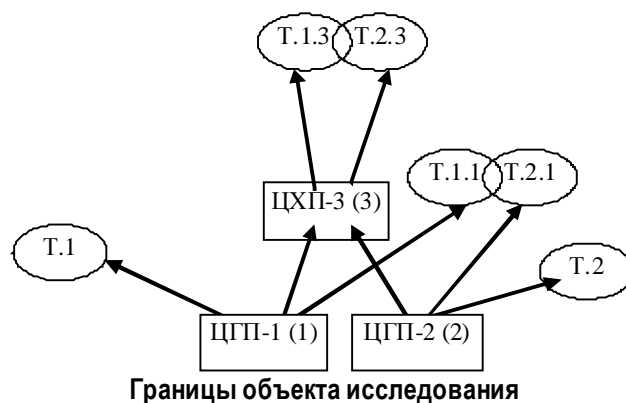


Таблица 1

Анализ приоритетности потоков товарной металлопродукции по станам горячей прокатки за один из месяцев 2007 года

Цех-производитель	Объем, т	Средневзвешенные показатели			
		Цена, руб.	Себестоимость, руб.	Производительность листового стана горячей прокатки, т/ч	Поток прибыли, руб./ч
Товар ЦГП-1 (Т.1 и Т.1.1)	440 919	13 603	5 342	858	7 087 993
Товар ЦГП-2 (Т.2 и Т.2.1)	222 023	14 385	6 687	531	4 085 871
Товар ЦХП-1	191 509	15 244	6 027	745	6 868 929
В т.ч. из ЦГП-1 (Т.1.3)	65 988	15 172	5 558	1 100	10 570 568
из ЦГП-2 (Т.2.3)	125 521	15 282	6 274	559	5 035 671
Итого	854 451	14 174	5 845	748	6 227 602

нок), так и для позиций товарного проката ЦХП-3 (Т.1.1 и Т.2.1, см. рисунок).

Проведенный анализ приоритетности товарных потоков Т.1, Т.2, Т.1.3, Т.2.3, Т.1.1, Т.2.1 по станам горячей прокатки показал, что наиболее приоритетным из них является поток Т.1.3, то есть выпуск товарного проката ЦХП-3 с использованием подката ЦГП-1. Наименее приоритетным является поток товарной продукции ЦГП-2 (табл. 1).

Полученные результаты показали, что для увеличения суммарной маржинальной прибыли требуется увеличить объем более приоритетного по показателю потока прибыли товарного проката. Принимая во внимание тот факт, что мощности листовых станов горячей прокатки в анализируемом периоде были загружены почти на 100%, а также наличие ограничений рыночного спроса, простое увеличение выпуска более приоритетных видов металлопродукции оказалось невозможным. Единственным вариантом улучшения экономических показателей в данном случае оказалось перераспределение структуры материального потока анализируемого предприятия в пользу более выгодного потока Т.1.3 за счет снижения объема менее выгодных потоков.

Для этого было решено провести «технологическую рокировку» путем замещения части пересекающегося сортамента потоков Т.2.3 и Т.1.3 в пользу последнего. При этом высвобожденное в ЦГП-2 время работы листового стана горячей прокатки использовать для производства большего объема металлопродукции по потоку Т.2.1 с одновременным снижением потока Т.1.1, то есть, опять-таки, в части пересекающегося сортамента товарного проката. Объемы выпуска товарного проката ЦГП-1, ЦГП-2 и ЦХП-1 при этом остаются неизменными, а экономия достигается за счет снижения себестоимости производства по прямым затратам и, в некоторых случаях, вследствие экономии времени на одном из листовых станов горячей прокатки.

В рамках такой «технологической рокировки» было предложено перевести 29,5 тыс. т пересекающегося сортамента горячекатаного

товарного проката из стали марки st 37-2, 2×1250 мм из ЦГП-1 в ЦГП-2. В результате на стане горячей прокатки ЦГП-1 было высвобождено 39,4 ч с целью производства подката под приоритетную товарную продукцию ЦХП-3. На стане горячей прокатки ЦГП-2 потребовалось дополнительно 58,5 ч. В итоге данного замещения себестоимость товарной продукции цехов горячей прокатки выросла на 2,3 млн руб. (табл. 2).

Для компенсации полученных изменений во времени загрузки станов горячей прокатки объемы горячекатаного подката для ЦХП-3 были переведены из ЦХП-2 в ЦХП-1. В результате общее увеличение суммарной маржинальной прибыли при неизменном объеме товарной продукции ЦХП-3 составило 7,6 млн руб. (=176,9–169,3).

Кроме того, в результате проведенных корректировок объемов на листовом стане горячей прокатки ЦГП-2 экономия времени составила 0,7 ч (=59,2–58,5). При потоке прибыли в час работы стана горячей прокатки в сумме 4,085 млн руб./ч (см. табл. 1) дополнительный экономический эффект за 0,7 ч составил 2,9 млн руб.

Таким образом, ожидаемый суммарный экономический эффект от проведения предложенной «технологической рокировки» составил 8,2 млн руб. в месяц, в том числе за счет:

– прироста прибыли вследствие перераспределения потока горячекатаного подката для

Таблица 2

Расчет изменения себестоимости горячекатаного товарного проката

Цех	Номенклатурный номер позиции	Изменение объема, т	Себестоимость сляба, руб./тн	РК	Себестоимость позиции, руб./тн	Изменение себестоимости, тыс.руб.
ЦГП-1	ПРТ098100 00209	-29 525	7 446	1,033	7 692,2	-227,1
ЦГП-2	ПРТ098100 01263	29 525	7 441	1,044	7 768,3	229,4

Итого

2,3

ЦХП-3 в пользу ЦГП-1 (при неизменном объеме сбыта продукции ЦХП-3) – 7,6 млн руб.;

– снижения прибыли за счет перераспределения потока товарного горячего проката в пользу стана горячей прокатки ЦГП-2 (при неизменном объеме сбыта горячего проката) – 2,3 млн руб.;

– прироста прибыли за счет выпуска дополнительного объема товарного горячего проката – 2,9 млн руб.

Для реализации разработанного оптимизационного алгоритма производственного планирования с учетом альтернативных технологических маршрутов был создан модуль, предназначенный для формирования планов загрузки ЦГП-1 и ЦГП-2, оптимальных по критерию потока прибыли (см. рисунок).

Функциональные возможности программы:

- составление плана производства, оптимального по критерию потока прибыли;
- составление таблиц приоритетности ме-

таллопродукции;

- расчет загрузки «узких мест» в автоматическом и ручном режиме.

Исходными данными для работы программы являются данные из корпоративной информационной системы ОАО «ММК»:

- список заказов на товарную продукцию;
- формулы производства с расходными коэффициентами и технологические маршруты;
- таблица производительности агрегатов.

Достигнутые практические результаты апробации теоретических разработок в сфере оптимального производственного планирования подтверждают эффективность предложенной методологии и дают основание для дальнейшего совершенствования методов и инструментов производственного планирования с учетом ограничений материального потока.

Библиографический список

1. Реализация концепции производственного планирования на основе эффективного использования ограничений / Салганик В.М., Шмаков В.И., Песин А.М. и др. М.: Экономика, 2006. 212 с.
2. Проблемы оптимизации структуры разветвляющегося технологического потока горячекатаного проката ОАО «ММК» / Шмаков В.И., Песин А.М., Жлудов В.В. и др. // Вестн. МГТУ. 2007. № 1. С.58–59.

УДК 621.777:669.231.7

Довженко Н.Н., Сидельников С.Б., Биронт В.С., Рудницкий Э.А., Ходюков Б.П., Столяров А.В.*

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ЮВЕЛИРНЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ПАЛЛАДИЯ

Драгоценные изделия из платиноидов – новая тенденция на консервативном российском рынке ювелирных украшений. До сих пор основным предназначением палладия было использование в автомобильных катализаторах. Спрос ювелирных изделий из платины и палладия в России пока очень ограничен, при этом она является одним из самых крупных производителей платиноидов в мире. По данным информационного агентства РБК в настоящее время на долю России приходится около 70% мирового производства палладия, однако доля нашей страны в мировом производстве ювелирных украшений составляет всего 4%, а основным и производителями ювелирных изделий из палладия являются США и Япония. Проблема скорейшего развития новых для российской ювелирной промышленности проектов – платиновой

линии и ювелирных изделий из палладия сформулирована крупнейшими производителями ювелирных изделий ОАО «АДАМАС» (г. Москва), ОАО «Красноярский завод цветных металлов им. В.Н. Гулидова», ЗАО «Кыштымский медеэлектролитный завод», ОАО «Ювелиры Урала» (г. Екатеринбург) и др.

В работе решены задачи по разработке новых составов сплавов на основе благородных металлов платиновой группы, выбора оборудования и проектирования высокоэффективных технологий производства из новых сплавов слитков, полуфабрикатов и ювелирных изделий высокого качества, конкурентоспособных на мировом рынке.

Разработаны новые составы сплавов на основе палладия с легирующими элементами, которые улучшают его свойства и в качестве которых использовали золото, серебро, медь, родий, молибден, а также небольшие добавки (примеси) неблагородных металлов, включая кремний, оло-

* В работе принимали участие И.В. Усков, Н.А. Грищенко, И.С. Гоголь, Е.С. Лопатина, О.В. Бабушкин.

во, цинк и некоторые другие металлы.

Установлено, что модифицирование молибденом и родием измельчает структуру, при этом устойчивость химической неоднородности в таком тройном сплаве оказывается выше, чем в двухкомпонентном сплаве, при этом прочностные свойства увеличиваются на 15–20%, а пластические на 50%.

Выявлено также положительное влияние меди на повышение прочностных и пластических свойств полуфабрикатов из сплавов палладия. Как показали исследования, предложенные сплавы могут быть успешно использованы для получения ювелирных изделий с помощью операций микролитья, прокатки, листовой штамповки и волочения.

В соответствии с технологической схемой для обработки этих сплавов применяли следующие операции:

– литье в вакуумной печи, совмещенной с плавильным устройством центробежного вращения и вертикальным устройством заливки слитков диаметром 9,8 мм, и в вакуумной печи с последующей разливкой в медную изложницу слитков конической формы средним диаметром 105 мм (температура плавки составляла 1550–1570°C);

– горячую деформацию (ковку) больших слитков на пневматическом молоте с массой падающих частей 160 кг;

– холодную деформацию (прокатку и волочение) с целью получения проволоки для ювелирных изделий.

Анализ структуры литых заготовок показал, что почти все выплавленные сплавы после кристаллизации характеризуются наличием химической неоднородности по сечению дендритных кристаллов (дендритной ликвацией). Особенно сильно этот эффект проявляется с увеличением содержания серебра в составе сплавов. Аналогичный эффект проявляется при использовании комплексного легирования, кроме серебра, золотом, родием, молибденом. Наряду с этим, в некоторых сплавах, легированных медью и золотом, в литом состоянии дендритная ликвация почти не проявляется, что говорит о достаточно высокой диффузионной подвижности атомов меди, золота в твердом растворе на основе палладия.

Режимы горячей деформации в значительной мере определяют эффективность последующей обработки, поэтому в ходе работы оценивали влияние параметров ковки на структурное состояние и механические свойства полуфаб-

рикатов в сопоставлении с технологической схемой при отсутствии операций ковки (слитки диаметром 9,8 мм).

Исследованы закономерности влияния режимов холодной деформации на свойства изделий из палладиевых сплавов с различным содержанием легирующих элементов. При этом показано, что палладий обладает самыми низкими и упругими характеристиками в ряду платиновых металлов, сравнительно низким пределом прочности, большими значениями поперечного сужения и относительного удлинения. Установлено, что величина относительного удлинения резко падает с увеличением степени холодной деформации, причем характерна экспоненциальная зависимость изменения характеристик сопротивляемости деформации с понижением температуры. Скорость деформирования также оказывает существенное влияние на прочностные характеристики сплавов палладия, при этом с ее увеличением значительно повышается сопротивление деформации. В результате исследований установлено, что с увеличением степени пластической деформации при волочении заготовки диаметром 1,05 мм до диаметра 0,3 мм структура от зеренной постепенно превращается в волокнистую. При этом на проволоках промежуточных размеров сохраняется частично зеренное строение, а на конечных переделах в структуре проявляется исключительно волокнистое строение. Отжиг деформированных полуфабрикатов и проволок конечных размеров в результате развития рекристаллизационных процессов восстанавливает зеренное строение сплавов. Причем характер формирующихся структур существенно отличается при применении различных технологических параметров предварительного и окончательного отжига.

Наряду с другими исследовали сплав палладия (~85%), содержащий в качестве легирующих элементов медь, серебро, родий и молибден (25%) и примеси (0,026%).

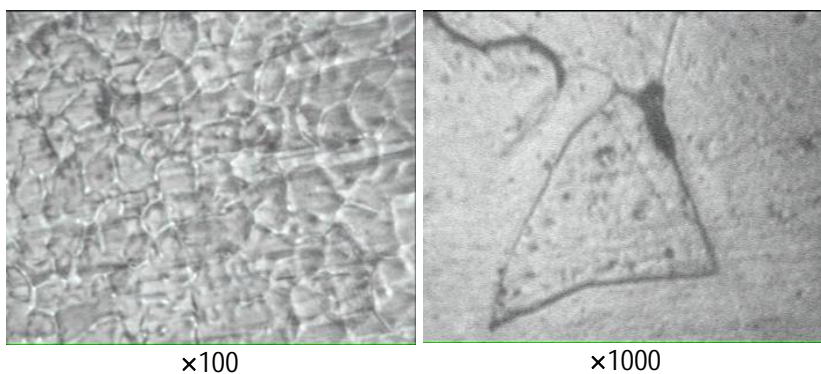


Рис. 1. Микроструктура литой заготовки исследуемого сплава

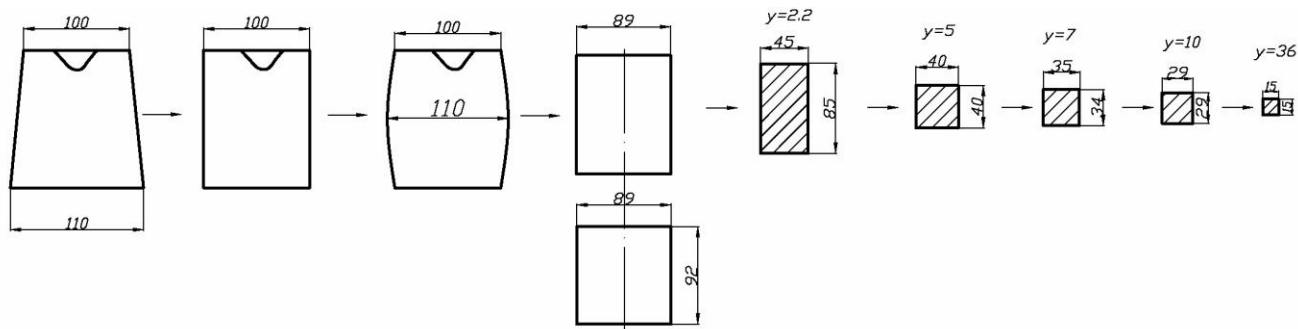


Рис. 2. Схема обработки слитков с использованием операций ковки

Литая структура этого сплава (рис. 1) представляет собой химически неоднородный твердый раствор дендритного типа.

Основным компонентом, образующим устойчивую дендритную форму химической неоднородности в сплаве, является серебро, что затрудняет прохождение процессов гомогенизации. Серебро, имеющее более низкую температуру плавления по сравнению с палладием, при неравновесной кристаллизации концентрируется в междендритных пространствах, затвердевающих в последнюю очередь. В таких участках часто проявляются высокодисперсные включения, которые можно связать со способностью поглощения серебром большого количества кислорода.

Ковку слитков, имеющих после обточки диаметр 100 мм, осуществляли при температуре 1000–1100°C по схеме, приведенной на рис. 2, с максимальной степенью укова $y=36$. Перед ковкой проводили гомогенизационный отжиг при температуре 900°C и времени выдержки 2 ч в защитной среде.

Известно, что при горячей пластической деформации в структуре происходят как деформационные, так и динамически развивающиеся рекристаллизационные процессы. При этом характер структурных изменений в условиях постоянства температурно-временных режимов зависит преимущественно от степени пластической деформации. Установлено, что при ковке ветви дендритных кристаллов вытягиваются вместе с междендритными пространствами (рис. 3), а химическая неоднородность при этом не устраняется. В заготовках сохранялось неоднородное распределение серебра и связанного с ним кислорода.

Увеличение степени горячей деформации усиливает эффект рекристаллизационного изменения структуры. Кроме того, не исключено, что развитие рекристаллизации происходит непосредственно в течение деформационного цикла

обработки, а возникающие рекристаллизованные зерна вновь деформируются, приобретая дополнительное деформационное упрочнение, поэтому твердость сохраняется на высоком уровне.

При степени укова, равной 7, рекристаллизацию претерпевают не только исходно деформированная структура, но и рекристаллизованные зерна, подвергшиеся деформации, которые снова рекристаллизуются, что сопровождается почти полной рекристаллизацией всего объема металла.

Дальнейшее увеличение степени горячей деформации (степени укова до 10 и 36) может приводить к деформационному воздействию на уже рекристаллизованную структуру, что сопровождается формированием волокнистых структур, связанных с вытягиванием ранее рекристаллизованных зерен и новой рекристаллизации в этих полуфабрикатах. Существенного влияния на твердость эти процессы уже не оказывают, а микротвердость остается на уровне 120 единиц НV. Временное сопротивление разрыву составило $\sigma_b = 548,5$ МПа, а относительное удлинение – $\delta = 24,6\%$.

Прокатку заготовок проводили в холодном состоянии на сортопрокатном стане с размера 15×15 мм до размера 1,05 мм. Промежуточные



Рис. 3. Структура заготовки при степени укова $y=36$, $\times 650$

заготовки размером 1,05 мм после сортовой прокатки и отжига при 850°C в течение 30 мин (рис. 4, а) проявляют весьма крупное рекристаллизованное зерно (порядка 20–40 мкм) и низкую твердость (80–115 НV), что свидетельствует об интенсивно развивающихся рекристаллизационных процессах, поскольку степень накопленной холодной деформации при прокатке составляла более 98%. Механические свойства отожженной заготовки после прокатки составили: $\sigma_b=333,8$ МПа; $\delta=24,1\%$.

Волочение проволоки проводили на стане барабанного типа по маршруту 1,05–1,0–0,9–0,8–0,6–0,5–0,45–0,4–0,35–0,3 мм. Структура проволоки характеризуется частично зерненным строением, а на конечных переделах в структуре проявляется исключительно волокнистое строение (рис. 4, б). Отжиг деформированных полуфабрикатов и проволок конечных размеров в результа-

те развития рекристаллизационных процессов восстанавливает зеренное строение сплавов. Причем характер формирующихся структур и свойств существенно различен при применении различных технологических параметров отжига. Так, например, после отжига в вакууме проволоки диаметром 0,3 мм механические свойства составили: $\sigma_b=339,7$ МПа; $\delta=27,2\%$.

Исследование механических свойств полученных полуфабрикатов проводили на разрывной машине с компьютерной обработкой данных испытаний. Зависимости сопротивления деформации от относительной деформации заготовки диаметром 1,05 мм, отожженной при $T=850^\circ\text{C}$ и времени выдержки $\tau=30$ мин, приведены на рис. 5. Существенное влияние на прочностные характеристики исследуемого сплава палладия оказывает скорость деформирования, при этом с ее увеличением значительно повышается сопротивление деформации.

Обобщая результаты исследований, можно сделать вывод, что предложенные сплавы характеризуются достаточно высокими механическими свойствами, что позволяет проводить их пластическую деформацию без применения специальных технологий. При этом пластические характеристики позволяют получать проволоку достаточно малых диаметров с использованием традиционного оборудования.

Вместе с тем последующее использование полученной проволоки для цепаивания, несмотря на достижение требуемого уровня пластических и прочностных свойств, выявил некоторые особенности, связанные со спецификой аргонодуговой сварки, характеризующейся высокими температурами нагрева металла в очаге сварки.

На рис. 6 представлен вид дефектов, образующихся при сварке. Из рисунка видно наличие большого количества пор, а также раскрытие сварного шва, что

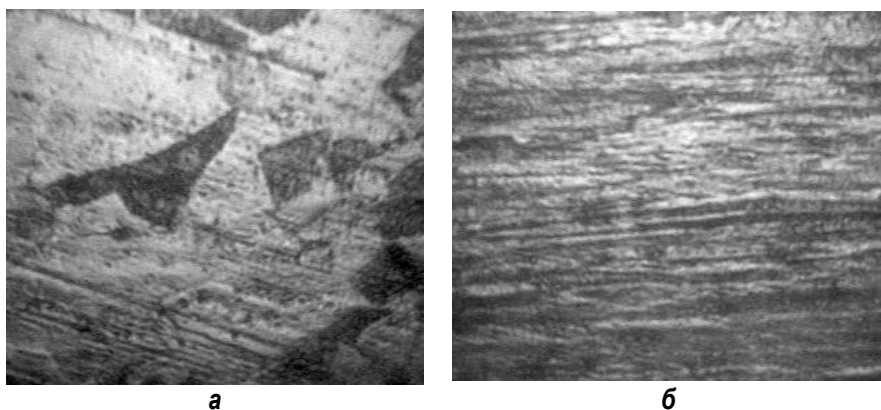


Рис. 4. Микроструктура деформированных полуфабрикатов, $\times 1000$:
а – отожженная заготовка после прокатки диаметром 1,05 мм;
б – нагартованная проволока диаметром 0,3 мм (степень деформации 92%)

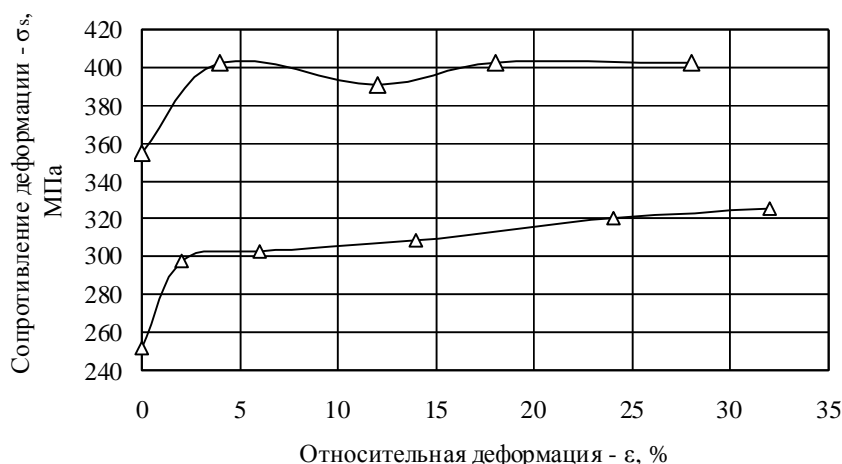


Рис. 5. Кривые деформационного упрочнения отожженной заготовки после прокатки диаметром 1,05 мм при скорости деформирования 500 мм/мин (верхняя кривая) и 200 мм/мин (нижняя кривая)

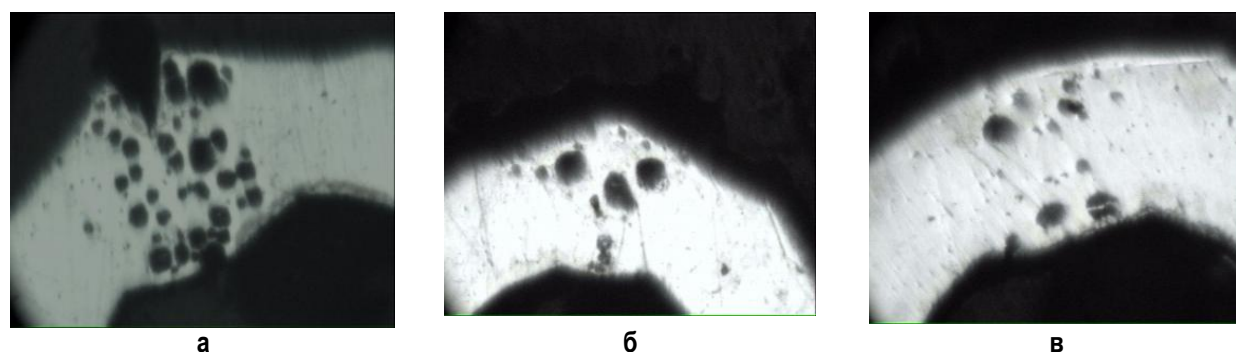


Рис. 6. Внешний вид сварного соединения проволоки, отожженной с применением различных защитных сред (а – аргон, б – вакуум), и из сплава палладия (в), модифицированного титаном, $\times 120$

ведет к разрушению цепочки (рис. 6, а).

Эффект интенсивного высокоскоростного парообразования в сплавах палладия с серебром, обнаруженный в процессе исследований, можно связать с химическим взаимодействием кислородных атомов, концентрирующихся в областях, обогащенных серебром, с атомами водорода, насыщающими области на основе палладия. Одновременное расплавление обоих твердых растворов при плазменном нагреве в зоне сварки обеспечивает концентрацию обоих газов в расплаве и их химическое взаимодействие с образованием паров воды. Это явление нами названо «внутренним горением водорода».

Высокой газонасыщенности сплавов на основе палладия могут способствовать различные технологические операции обработки, выполняемые в открытой атмосфере без изоляции от внешней среды. Для снижения газонасыщения сплавов на завершающем этапе изготовления проволоки введена вакуумная обработка, создающая градиентное распределение газовых атомов в твердом растворе от поверхности до сердцевины, что приводит к диффузионному перераспределению их из центральных объемов к поверхности, и к дальнейшему переходу во внешнюю среду в молекулярном виде в связи с образованием ковалентных связей между атомами, выходящими на поверхность. Опытно-промышленные испытания изделий при отжиге проволоки в вакууме (рис. 6, б) показали качественное снижение порообразования по сравнению с применением при отжиге в качестве защитной атмосферы аргона (см. рис. 6, а).

Другая возможность снижения эффекта газовой выделения при сварке – это связывание части газовых примесей некоторыми дополнительными легирующими элементами. В известных

сплавах такую роль играют кобальт и никель, образующие с газовыми примесями устойчивые химические соединения, что уменьшает интенсивность газовой выделения при быстром сварочном нагреве и таком же быстром охлаждении. При создании новых сплавов такую роль могут играть такие компоненты, как титан, хром, цирконий и некоторые другие. Поэтому в ранее разработанные экспериментальные сплавы в количестве от 0,3 до 0,5 массовых долей вводились следующие модификаторы: хром, титан, родий, молибден. Полученные цепочки из этих сплавов имели сварной шов (рис. 6, в), аналогичный представленному выше, при этом количество пор в сварном шве оказалось меньше, чем в аналогичных сплавах без модификаторов. Уменьшение содержания газовых примесей, таким образом, снижает эффект «внутреннего горения водорода».

Кардинальным решением в получении качественных готовых сварных цепей из палладиевых сплавов остается путь изменения химического состава сплавов за счет исключения серебра как легирующего компонента, уменьшая при этом насыщение сплава кислородом и исключая парообразование.

Таким образом, в результате проведенных исследований предложены новые сплавы палладия 850 пробы, характеризующиеся высокими прочностными и пластическими свойствами, проведены исследования и установлены закономерности влияния технологических параметров деформации и термообработки на структуру и свойства полуфабрикатов из этих сплавов, а также рекомендованы в производство те литейные и деформируемые сплавы, которые имеют комплекс характеристик, необходимых для изготовления ювелирных изделий.

УДК 620.179.15

Загуляев Д.В., Филиппьев Р.А., Коновалов С.В., Громов В.Е.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ НА СКОРОСТЬ ПОЛЗУЧЕСТИ АЛЮМИНИЯ*

Введение и постановка задачи исследования

О влиянии магнитного поля на свойства «магнитных» материалов известно несколько тысяч лет; сегодня такое явление находит последовательное объяснение в рамках квантовой теории магнетизма [1]. Возможность значительного изменения макрохарактеристик «немагнитных» твердых тел (пара- и диамагнетиков, характеризующихся разупорядоченной магнитной структурой) в магнитных полях совсем не очевидна и часто подвергается сомнению, несмотря на значительное число публикаций, в которых описываются разнообразные «магнитные» эффекты [2].

Вместе с тем магнитное поле – один из факторов окружающей среды, непрерывно воздействующий на все процессы на Земле и требующий инженерного и санитарного нормирования, основанного на ясных физических представлениях и достоверных фактах [3].

С точки зрения временных характеристик все обнаруженные эффекты, которые связаны с действием магнитного поля, можно разбить на три основные группы: 1) проявляющиеся только во время действия магнитного поля; 2) эффекты длительного последствия полностью необратимые; 3) эффекты длительного последствия, медленно релаксирующие со временем.

В данной работе предпринята попытка исследовать влияние внешних энергетических воздействий, электрического потенциала и постоянного магнитного поля (эффекты длительного последствия) на скорость низкотемпературной ползучести алюминия на установившейся ее стадии.

Исследования выполнены на отожженных при 770 К в течение двух часов рекристаллизованных проволочных образцах диаметром 2.5 мм и с длиной рабочей части 200 мм.

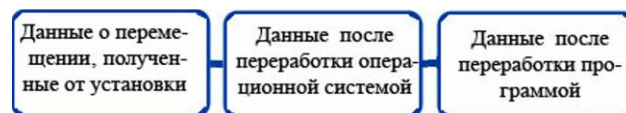
Экспериментальная установка

Для исследования кривых ползучести была сконструирована экспериментальная установка. Часть этой установки (блок), которая фиксирует удлинение образца, и промежуток времени, за который оно произошло, представлена на рис. 1.

Блок состоит из неподвижного и подвижного захватов (а и в) образца (б), направляющей поверхности опико-механического датчика перемещения, жестко соединенной с подвижным захватом (г), датчика (д) и его держателя, жестко закрепленного на неподвижном захвате (е). В качестве датчика перемещения использован опико-механический манипулятор.

При удлинении образца подвижный захват смещается, что регистрируется датчиком, сигнал от которого через заданные интервалы времени поступает в компьютер. Также был создан программный модуль, позволяющий фиксировать во времени удлинение испытываемого образца [4].

Ниже приведена блок-схема алгоритма преобразования сигнала от оптического датчика до измеряемого программой удлинения образца:



Конечным продуктом являются оцифрованные данные об удлинении, обработанные программой и сохранённые в файл.

На первом этапе преобразования сигнала от датчика до измеряемого программой перемещения курсора происходит собственное позиционирование датчика, т.е. определяется направление перемещения и смещение. Данные обрабатываются, и

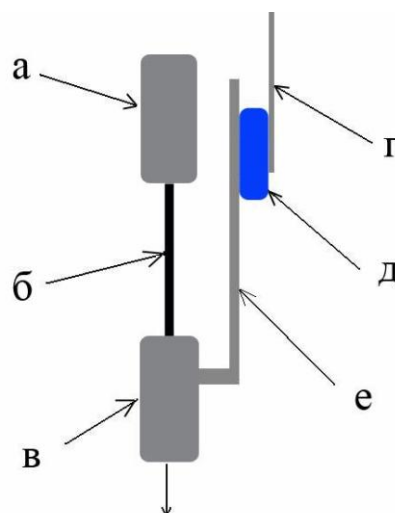


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 07-02-90813 моб_ст.

происходит их преобразование операционной системой в соответствии с установленным уровнем программного ускорения персонального компьютера. На последнем этапе происходит регистрация перемещения курсора датчика в пикселях.

Влияние потенциала на скорость ползучести алюминия

На описанной выше установке были применены два варианта изменения электрического состояния исследуемого образца.

Каждая серия экспериментов состояла из 20 опытов.

В первом варианте к изолированному образцу, подвергаемому испытанию на ползучесть, от внешнего стабилизированного источника постоянного напряжения подводился потенциал разной величины и разного знака.

Второй вариант заключался в подключении к изолированному образцу пластин с одинаковой массой из Pb, Fe, Cu, Cr, Zr, Ni и Ti. Эти металлы были выбраны для проведения эксперимента в связи с тем, что они имеют отличную от алюминия работу выхода электронов. В качестве электрической характеристики для анализа использованы значения контактной разности потенциалов с

алюминием, рассчитанные как $\varphi = \frac{A_{Me} - A_{Al}}{e}$, где A_{Me} – работа выхода электрона из металла; A_{Al} – то же для алюминия; e – заряд электрона [5].

Пластины из подключаемых металлов были присоединены к образцу перед проведением испытаний на ползучесть, причем электрический контакт осуществлялся медным проводом сечением 0,1 мм в течение всего эксперимента. С целью исключения контакта между испытательной установкой и других источников электрического тока, она была изолирована.

В настоящей работе главное внимание уделено стадии установившейся ползучести, скорость деформации на которой $\dot{\epsilon} = \text{const}$ [6]. Она определялась численным дифференцированием зависимости $\epsilon(t) = \epsilon_0 + \dot{\epsilon} \cdot t$, описывающей кинетику процесса.

Типичные примеры кривых ползучести приведены на рис. 2. Из кривых видно, что они содержат стадии логарифмической, установившейся

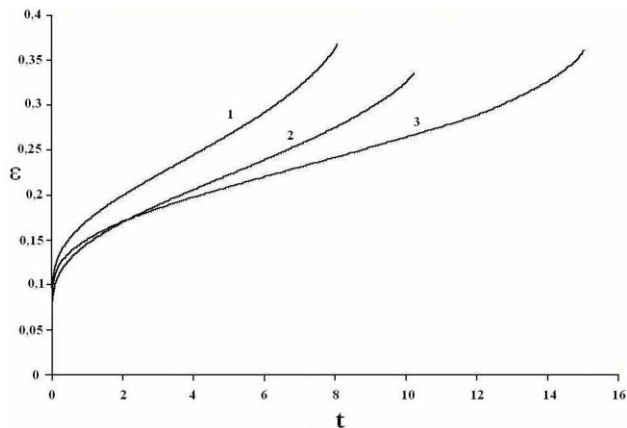


Рис. 2. Типичные кривые ползучести алюминия, полученные без приложения потенциала, при потенциале поверхности -0,5 В и при подключении к образцу пластины из Ti

ся и ускоренной ползучести, что совпадает с общепринятыми представлениями о кинетике процесса в таких условиях [6].

Кривая 1 описывает ползучесть алюминия при подключении потенциала -0,5В; кривая 2 получена в случае, когда во время испытания к алюминиевой проволоке присоединялась пластина Ti; кривая 3 построена без внешнего воздействия.

Из сравнения кривых 1 и 2 с кривой 3 видно, что ползучесть ускоряется. Кроме того, в этих случаях стадия установившейся ползучести укорачивается, а долговечность образца падает по сравнению с образцами, деформированными без электрического воздействия. Количественно полученный эффект характеризуется относительными изменениями скоростей ползучести на установившейся стадии процесса, определяемыми как $\xi = \langle \dot{\epsilon}_{el} \rangle / \langle \dot{\epsilon} \rangle - 1$, где $\langle \dot{\epsilon}_{el} \rangle$ – усредненное по 7–10 образцам значение скорости ползучести в случае внешнего электрического воздействия, а $\langle \dot{\epsilon} \rangle$ – среднее значение скорости ползучести образца без него.

Результаты проведенных экспериментов представлены в табл. 1 и 2.

Из табл. 1 видно, что независимо от знака потенциала величина ξ растет, но по мере увеличения абсолютного значения потенциала скорость нарастания уменьшается. Влияние присоединен-

Таблица 1

Зависимость относительной скорости ползучести от приложенного к образцу потенциала

φ (В)	1,00	0,50	-0,53	-1,00
ξ	0,70	0,50	0,55	0,72

Таблица 2

Зависимость относительной скорости ползучести от вида подключаемых металлов

	Zr	Ti	Pb	Fe	Cu	Ni	Cr
ξ	0,23	-0,04	-0,06	-0,02	-0,11	0,30	-0,10

ных металлов показано в табл. 2. Наиболее заметное увеличение скорости ползучести наблюдается при $\varphi \approx \pm 0,5$ В для *Zr* и *Ni* соответственно. При значениях потенциала $-0,2 \text{ В} < \varphi < +0,2 \text{ В}$ эффект меняет знак, что свидетельствует о том, что ползучесть в этом случае замедляется.

Поскольку избыточный электрический заряд, передаваемый металлу при постановке эксперимента, сосредоточен на поверхности образца, то изменение скорости ползучести можно связать с изменением плотности поверхностной энергии [7]. В [7] приведены экспериментальные данные об аналогичных изменениях скорости ползучести, которые были получены при деформации олова и свинца. Данные указывают на рост скорости ползучести при наличии потенциала на образце.

В пользу такого объяснения эффекта говорят данные о вариациях поверхностного натяжения твердых тел Ω при создании электрического потенциала поверхности [8]. Следует отметить, что зависимости $\Omega(\varphi)$ имеют вид кривых с насыщением, т. е. по мере роста электрического потенциала его влияние ослабевает [8]. В свою очередь, изменения Ω меняют условия зарождения дислокаций в поверхностных слоях. Вполне возможны и более сложные по своей природе эффекты электрического воздействия [9]. Однако пока остается невыяснена природа разницы во влиянии прямого изменения потенциала поверхности и контактной разности потенциалов. Для того чтобы понять природу изменения скорости ползучести от внешнего электрического воздействия, необходимы более подробные исследования влияния действия малых потенциалов непосредственно от электрического источника.

Влияние магнитного поля на скорость ползучести алюминия

Также в работе были проведены исследования по выявлению влияния магнитного поля на скорость ползучести алюминия.

Для сравнения был проделан ряд экспериментов по выявлению влияния магнитного поля на низкотемпературную ползучесть. Среднее значение скорости ползучести получилось равно $\dot{\epsilon} = 2,92 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$, а на образцах, выдерживаемых в течение часа в магнитном поле с индукцией $\approx 3,5$ Тл, средняя скорость ползучести принимала значение $\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon} = 1,47 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$. Полученные результаты не тривиальны, однако их необходимо дополнить экспериментами по влиянию различных параметров магнитных полей (напряженность, время выдержки, направление намагничивания) на процесс ползучести.

Видно, что на линейном участке кривой ползучести скорость ползучести уменьшается для обработанного образца. В настоящее время проводятся исследования по низкотемпературной ползучести в постоянном и переменном магнитных полях.

Заключение

В данной работе было исследовано влияние на скорость ползучести алюминия двух видов внешних энергетических воздействий – электрического потенциала и постоянного магнитного поля. Произведен анализ полученных данных.

Полученные результаты показали, что и электрическое воздействие, и магнитное поле в разной степени оказывают влияние на скорость низкотемпературной ползучести алюминия.

Библиографический список

1. Вонцовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971. 1038 с.
2. Головин Ю.И. Магнитоупругость твердых тел // ФТТ. 2004. № 5. С. 769–803.
3. Естественные и техногенные низкочастотные магнитные поля как факторы, потенциально опасные для здоровья / Птицына Н.Т., Виллорези Дж., Дорман Л.И. и др. // УФН. 1998. № 7. С. 769–791.
4. Автоматизированная установка для регистрации и анализа ползучести металлов и сплавов / Коновалов С.В., Данилов В.И., Зуев Л.Б. и др. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. № 8. С. 64–66.
5. Кишкин Т.С., Клыпин А.А. Эффект электрического и магнитного воздействия на ползучесть металлов и сплавов // Доклады АН СССР. 1973. Т. 211. № 2. С. 325–327.
6. Кеннеди А.Д. Ползучесть и усталость в металлах. М.: Металлургия. 1965. 312 с.
7. Лихтман В.И., Щукин Е.Д., Ребиндер П.А. Физико-химическая механика металлов. М.: Изд-во ДАН СССР, 1962. 303 с.
8. Гохштейн А.Я. Поверхностное натяжение твердых тел и адсорбция. М.: Наука, 1976. 400 с.
9. Molotskii M., Flerov V. Spin Effects in Plasticity // Phys. Rev. Letters. 1997. Vol. 78. No. 14. P. 2779–2782.

УДК 669.1

Сарычев А.В., Бигеев В.А., Ивин Ю.А., Алексеев Л.В.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В ДСП ЭСПЦ ОАО «ММК»

В ходе масштабной реконструкции в 2006 г. в ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» были введены в эксплуатацию две дуговые сталеплавильные 180-тонные печи. Печи были построены в здании бывшего маргеновского цеха в условиях действующего производства. Современная мощная дуговая печь используется, преимущественно, как агрегат для расплавления шихты с получением жидкого полупродукта, который затем доводят на агрегатах внепечной обработки. По результатам работы в 2006 году средний цикл плавки в ДСП составил 58,2 мин. Основными задачами работы ДСП в 2007 году стали сокращение цикла плавки – для выхода на проектную мощность и повышение качества выплавляемого полупродукта.

Схема производства стали в ЭСПЦ делится на две основные технологические линии:

1. Выплавка в ДСП – обработка на агрегате «печь-ковш» (АПК) №1 и агрегате доводки стали (АДС) – разливка на сортовых МНЛЗ № 1, 2.

2. Выплавка в ДСП – обработка на АПК № 2 – разливка на слябовой МНЛЗ № 5.

Одной из проблем выплавки стали в современных ДСП четвертого поколения является высокое содержание серы в металле на выпуске из печи. Так, среднее содержание серы в металле перед выпуском из ДСП ОАО «ММК» в 2006 г. составило 0,044%. При производстве стали по первому варианту разливка на МНЛЗ была затруднена высоким содержанием серы, прежде всего, в металле, обрабатываемым на АДС, что приводило к снижению скорости разливки и ухудшению качества металла. При производстве стали по второму варианту для достижения контрактных показателей производства стали 2,2 млн т время разливки на МНЛЗ должно составлять 40 мин, а содержание серы не более 0,012%. Эти показатели не были достигнуты из-за нехватки времени для проведения полноценной десульфурации на АПК. Поэтому для бесперебойного обеспечения сталью удовлетворительного качества сортовых и слябовой МНЛЗ необходимо было снизить содержание серы в металле перед выпуском из ДСП.

Для решения данной проблемы при выплавке стали в ДСП были опробованы три варианта присадка шлакообразующих материалов (извести) в различные периоды плавки: по ходу (пор-

циями), только в завалку в бадье, 50% в завалку в бадье и 50% по ходу плавки (порциями). Результаты опытных плавок приведены в табл. 1.

В результате проведенных испытаний было выявлено, что присадка 50% извести в завалку и 50% извести по ходу плавки привело к снижению содержания серы в металле перед выпуском на 10% и увеличению коэффициента распределения серы на 24% (относительно существующей, проектной технологии).

Согласно контракту расход извести на плавку должен составлять 6000 кг (~35 кг/т). С целью снижения содержания серы в металле перед выпуском были проведены плавки с повышенным расходом извести 8000 кг (~45 кг/т). Результаты опытных плавок представлены в табл. 2.

Из таблицы видно, что на опытных плавках среднее содержание серы в металле перед выпуском из ДСП составило 0,035%, на сравнительных – 0,044%. Таким образом, содержание серы в металле, выплавленном с повышенным

Таблица 1

Влияние присадки извести в различные периоды на десульфурацию металла в ДСП

Кол-во плавков, шт.	Расход извести в ДСП, кг		Содержание серы на выпуске, %	Ls
	в бадью в завалку	по ходу плавки		
40	8000	–	0,042	2,11
20	–	8000	0,039	2,45
15	4000	4000	0,035	2,95

Таблица 2

Технологические параметры выплавки стали

Параметр	Сравнительные	Опытные
	Декабрь 2006 г. (100 пл.)	Март 2007 г. (100 пл.)
Лом, т	156,3	154,7
Чугун, т	45,4	45,4
Цикл, мин	59,2	57,2
Время под током, мин	32,9	32,5
Расход извести, т	5942	8087
Ls	1,50	2,92
Lp	81	135
Содержание серы на выпуске, %	0,044	0,035

Таблица 3

Результаты опытных плавов с использованием чистой прокатной обрезки и твердого чушкового чугуна

Технология	Обрезь, т	Тв. чугун, т	Обычн. лом, т	Чугун, т	Вес шихты, т	Вес плавки, т	S _{вып.} , %	Cr, %	Ni, %	Cu, %
С применением чистой прокатной обрезки (20 плавов)	64,2	–	87,6	43,8	195,6	179,3	0,025	0,041	0,051	0,12
С применением твердого чушкового чугуна (9 плавов)	–	42,1	145,1	45	202,3	179,0	0,033	0,047	0,073	0,13
С применением обычного лома (20 плавов)	–	–	152,5	45,0	197,5	180,7	0,039	0,073	0,082	0,17

расходом извести, меньше на 0,009% по сравнению с обычной технологией. Коэффициент распределения серы и фосфора между шлаком и металлом L_s и L_p на опытных плавках выше на 1,42 (95%) и 54 (65%) соответственно.

По результатам работы в 2007 г. среднее содержание серы в металле перед выпуском из ДСП составило 0,036%, что на 20% меньше, чем в 2006 г.

Для более глубокой десульфурции металла, в том числе получения серы в готовой стали менее 0,003–0,005%, в ЭСПЦ ОАО «ММК» развивается ковшевая обработка. Так, строится АПК №3, предполагается применение на АПК порошковой извести и ряда других десульфураторов.

В связи с расширением марочного сортамента выплавляемого металла появились группы марок сталей с пониженным содержанием остаточных элементов (Cr не более 0,1%, Ni не более 0,1% и Cu не более 0,15%). Для решения этой проблемы, а также для изучения возможности дополнительного снижения содержания серы в металле перед выпуском было опробовано использование в качестве шихтовых материалов чистой прокатной обрезки и твердого чушкового

чугуна. Результаты применения данных материалов представлены в табл. 3.

На рис. 1 показано содержание серы, хрома, никеля и меди в металле в зависимости от вида шихтовых материалов.

В результате проведенной работы было выявлено, что применение чистой прокатной обрезки и твердого чушкового чугуна позволяет снизить содержание серы в металле на выпуске на 35 и 15% соответственно (относительно существующей технологии). Также применение данных материалов позволяет получать требуемое содержание остаточных элементов (Cr, Ni не более 0,1% и Cu не более 0,15%). Для получения стали с более низким содержанием остаточных элементов необходимо применение жидкого чугуна до 80 т и чистой прокатной обрезки от автокузовных марок стали типа 08Ю.

Одной из важных составляющих решения задачи повышения производительности ДСП является эффективность использования металлолома.

Металлический лом для электроплавки поступает в ЭСПЦ из копровых цехов в совках объемом 65 м³. Непосредственно в цехе происходит перегрузка краном совков в корзину. Схема движения металлического лома показана на рис. 2.

В настоящее время ДСП работает по двум вариантам шихтовки плавов:

- с использованием 100% металлического лома;
- с использованием 20–25% жидкого чугуна и 70–75% металлического лома.

При выплавке стали с использованием жидкого чугуна технологией предусматривается завалка металлического лома (45–60% от всей массы металлошихты)

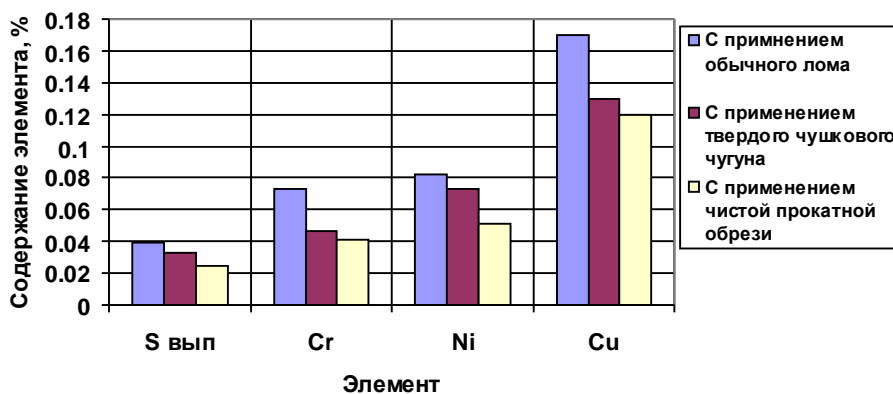


Рис. 1. Содержание серы, хрома, никеля и меди в металле в зависимости от вида шихтовых материалов

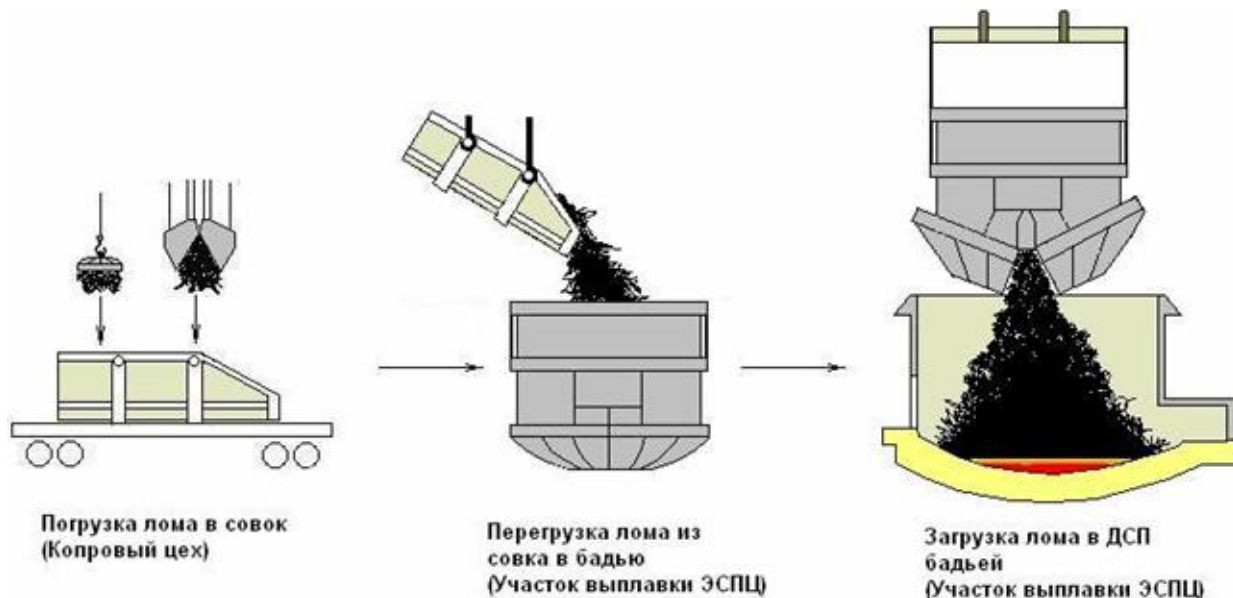


Рис. 2. Схема движения металлического лома

+ заливка жидкого чугуна (15–30%) + одна подвалка металлического лома (25–35%). При нормальной организации продолжительность электроплавки при таком варианте шихтовке составляла 50–55 мин. Для снижения цикла плавки было предложено изменить технологию на следующую: завалка лома (70–75% от всей массы металлошихты) + заливка жидкого чугуна (25–30%). Для осуществления завалки ДСП одной бадьей (2 совками – без подвалки) необходимо было иметь следующие размеры металлолома: не менее 60% кусков размерами 400–500 мм, остальное до 800 мм. Результаты работы ДСП с завалкой одной бадьей представлены в табл. 4.

Таблица 4

Показатели работы ДСП с одной завалкой

Технология	Цикл, мин	Подтоком, мин	Вес лома, т/%		Вес чугуна, т/%		Вес стали, т
			т	%	т	%	
Завалка+заливка (151 плавка)	50,4	28,5	129,8	71	49,7	29	171
Завалка+заливка+подвалка (264 плавки)	53,4	32,1	149,4	77	45,8	23	179

Таблица 5

Показатели работы ДСП с заливкой жидкого чугуна через желоб

Вариант технологии	Шихтовка плавки				Цикл плавки, мин	Время подтоком, мин
	Расход лома		Расход чугуна			
	т	%	т	%		
С заливкой жидкого чугуна через свод ДСП	172,8	85,2	30	14,8	56,2	35,4
С заливкой жидкого чугуна через заливочный желоб	168,7	84,9	30	15,1	54,3	33,6

Из таблицы видно, что при завалке металлолома одной бадьей цикл плавки сокращается на 3 мин, а время работы печи под током на 3,6 мин.

Заливку жидкого чугуна по проекту предполагалось производить через заливочное окно при помощи специального робота-манипулятора из стандартного чугуновозного ковша. Однако из-за конструктивных недостатков узла заливки чугуна заливка производилась непосредственно в печь при отведенном своде после проплавления колодцев. После изменения конструкции заливочного узла была применена технология заливки жидкого чугуна через заливочный желоб. Результаты применения представлены в табл. 5.

Таким образом, при заливке чугуна через заливочный желоб происходит сокращение продолжительности плавки на 1,9 мин и времени работы печи под током на 1,8 мин за счет уменьшения тепловых потерь и времени на открытие и закрытие свода.

По итогам работы в 2007 г. в электропечах было выплавлено 2700000 т стали, средняя продолжительность плавки составили 55,4 мин, что на 2,8 мин меньше, чем в 2006 г. В 2009 году в ЭСПЦ ОАО «ММК» предполагается произвести 4,2–4,4 млн т стали. При этом будет продолжаться повышение качество металла и расширяться сортамент производимых сталей.

УДК 669.054.8

Сергеев С.В., Решетников Б.А., Чуманов И.В., Сергеев Ю.С.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИБРАЦИОННОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ*

Управление процессом разрушения материалов посредством вибрационных машин в настоящее время является актуальной проблемой повышения качества и эффективности вибрационного измельчения материалов. В совершенствовании способов и средств разрушения твердых материалов наблюдается длительный застой; традиционные подходы уже практически исчерпали свои возможности, а новые идеи еще далеки от широкого промышленного использования.

В этих условиях особое значение приобретает уточнение физического механизма разрушения и формирования на его основе рациональных принципов организации процесса, в том числе разрушение материалов с наименьшими усилиями и затратами энергии. При этом основным направлением решения этой проблемы является совершенствование вибровозбудителей, способных генерировать управляемые колебания различной формы.

В настоящее время для создания сложных форм колебаний в измельчителях используются получившие широкое применение из-за простоты конструкции двухдебалансные вибровозбудители, состоящие из двух или более неуравновешенных масс, но в которых ограничена возможность гибкого регулирования параметрами колебаний. Между тем, для получения колебаний с регулируемыми параметрами рекомендуется применять роторные инерционные вибровозбудители [1], но при этом возникает необходимость в эффективном управлении еще и формой колебаний.

В связи с изложенным была поставлена задача создания инерционных роторных систем, позволяющих управлять не только технологическими параметрами, но и формой силовых полей вибрационного воздействия.

В рекомендуемых инерционных роторных вибровозбудителях вращаемое тело 1 (ротор) и контртело 2 (рис. 1) сопрягаются с тарированной силой прижима P_{oc} так, чтобы область контакта имела замкнутую форму с поворотной симметрией. Одно из сопрягаемых тел приводят во вра-

щение с частотой ω_{ep} вокруг оси поворотной симметрии области контакта, при этом частотой колебательных движений ω и их амплитудой ρ управляют по соотношениям:

$$\omega = \frac{P_{oc}}{2lm\omega_{ep}} + \sqrt{\frac{P_{oc}^2}{4l^2m^2\omega_{ep}^2} + \frac{j}{m}}; \rho = \frac{D\omega_{ep}}{\omega},$$

где P_{oc} – величина осевой тарированной силы прижима вращаемого тела (ротора) к контртелу; ω_{ep} – частота вращения ротора; m – приведенная масса вращаемого тела; l – вылет вращаемого тела; j – жесткость ротора; D – диаметр вращаемого тела в зоне его сопряжения с контртелом.

С помощью регулируемого упругого элемента 5 (рис. 2) контртело 3 поджимают с тарированным осевым усилием к ротору 1. Осевое перемещение контртела осуществляется по направляющим 4, а все элементы механизма смонтированы в корпусе 2. При отсутствии вращения ротор 1 симметрично расположен относительно контртела 3, а при его вращении (см. рис. 1) ротор 1 будет совершать планетарное круговое движение, т.е. поперечные автоколебания по торцевой поверхности контртела 3. Центр ротора, кинематически отклоняясь, описывает круговую траекторию в направлении, противоположном вращению.

Для получения колебаний с регулируемой формой предложена двухроторная конструкция, где точная синхронность колебаний центров масс роторов обеспечивается неголономной ме-

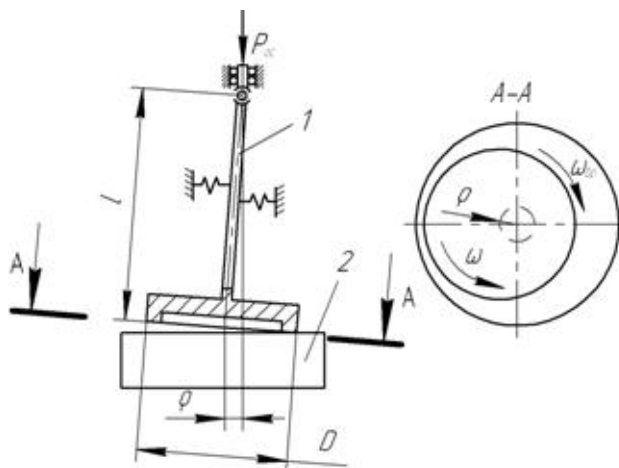


Рис. 1. Схема возбуждения колебаний

* Данная работа выполнялась в рамках приоритетных направлений научно-технической работы Высшей школы, разработанных Министерством образования и науки РФ по теме «Технология переработки промышленных и бытовых отходов» при финансовой поддержке РФФИ (проект №07-01-96-052) на 2007–2008 годы.

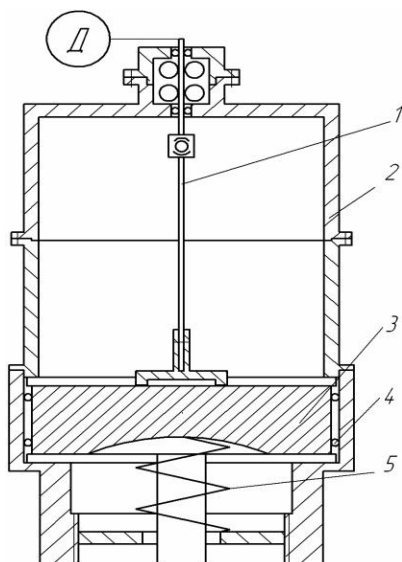


Рис. 2. Конструкция вибровозбудителя

ханической связью, функцию которой выполняет подвижный корпус 2. Формой колебаний при этом управляют изменением направления вращения одного из роторов и кинематических моментов неуравновешенных масс.

Математические модели синхронных колебаний масс роторов приведены на рис. 3. При этом в колебательной системе при различных кинематических моментах $m\rho_1$, $m\rho_2$ роторов возникают вынуждающие сила F и момент M_K с амплитудными значениями:

$$M_K = m \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot \omega^2 \cdot a;$$

$$F = m \cdot (\rho_1 + \rho_2) \cdot \omega^2.$$

На основе данной конструкции был разработан способ измельчения материалов [2], реализованный в конусной инерционной дробилке с роторными вибровозбудителями (рис. 4), который позволил перейти от принципа дробления с заданной деформацией материала к принципу дробления с заданным усилием.

Кроме этого, динамический принцип сделал возможным переход в новой машине к значительно более высокой частоте качаний дробящих конусов дробилки и соответственно к большим усилиям дробления, что особенно важно при разрушении особо прочных материалов, например металлурги-

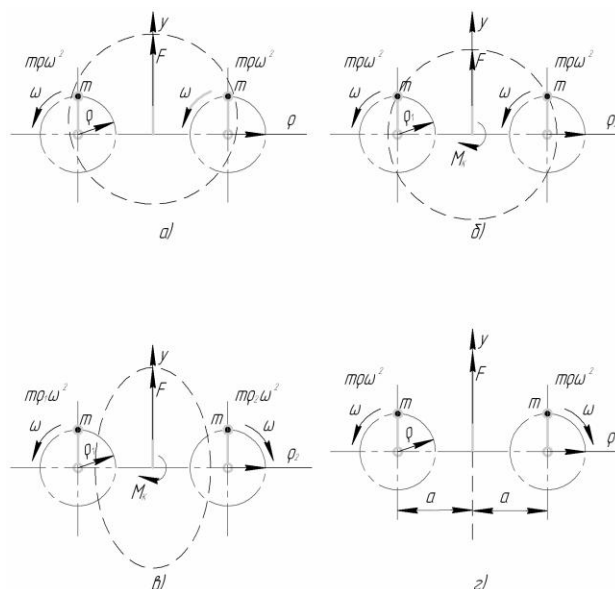


Рис. 3. Математические модели синхронных колебаний инерционных двухроторных вибровозбудителей

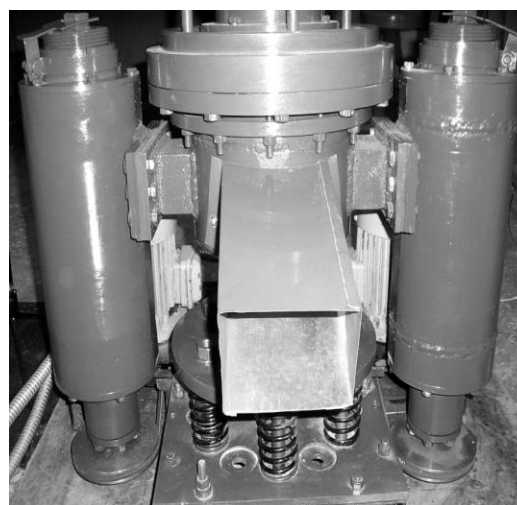


Рис. 4. Дробилка инерционная с роторными вибровозбудителями

ческих шлаков с большим содержанием металлов. В итоге, в рассматриваемой дробилке удалось получить ряд значительных технологических преимуществ, в частности обеспечить степень дробления материала, в несколько раз превышающую достигнутую в используемых дробилках.

Библиографический список

1. А.с. 1664412 Российская Федерация, МПК⁷ В 06 В 1/16. Способ возбуждения круговых колебаний и устройство для его осуществления / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич, С.В. Сергеев. – № 4414912/24-28; заявл. 24.04.1988; опубл. 23.07.1991, Бюл. № 27. 5 с.
2. Пат. 2213618 Российская Федерация, МПК⁷ В 02 С 19/00. Способ и устройство измельчения материалов / С.В. Сергеев, Р.Г. Закиров, Е.Н. Гордеев, Б.А. Решетников. № 2002102797/03; заявл. 31.01.2002; опубл. 10.10.2003, Бюл. № 28. 6 с.

УДК 531.43.46

Сергеев С.В., Решетников Б.А., Сергеев Ю.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОТЫ РОТОРНЫХ ИНЕРЦИОННЫХ ВИБРОПРИВОДОВ*

Во многих отраслях современной промышленной индустрии в настоящее время для интенсификации технологических процессов используются вибрационные машины. Многопрофильное использование вибрационных машин при выполнении большого многообразия технологических задач обуславливает разнообразие их конструкций, широкие диапазоны размеров и мощностей, а также применение различных методов и средств возбуждения вибраций.

Важным конструктивным элементом вибрационных машин являются вибровозбудители, задающие форму траектории, закон изменения скорости и ускорения рабочего органа, которые зависят как от геометрических размеров звеньев машины и от характера возмущения вибраций, так и от динамических параметров процессов, происходящих в опорных узлах машин. Поэтому важной задачей является исследование процесса износа и динамических нагрузок в опорных узлах вибровозбудителей с целью улучшения технологических возможностей вибрационных машин и увеличения срока их службы.

Из существующих типов вибровозбудителей наибольшее применение, вследствие простоты конструкции и относительно широкого диапазона параметров генерируемых колебаний, получили дебалансные вибровозбудители [1]. К их недостаткам можно отнести отсутствие возможности регулирования параметров колебаний (форма, частота, амплитуда), а также то обстоятельство, что с увеличением частоты колебаний и скоростей вращения резко снижается долговечность опорных узлов. Для получения регулируемых колебаний рекомендуется использовать универсальные роторные вибровозбудители [1, 2], главным недостатком которых являются значительные нагрузки в опорных узлах.

Сравнительная оценка распределения нагрузок в дебалансных и роторных системах при одинаковой величине создаваемой вынуждаю-

щей силы показана на рис. 1, 2. Очевидно, что в роторных системах распределение нагрузок в опорах гораздо благоприятнее, чем в дебалансных. С целью устранения указанных недостатков была поставлена задача разработки роторных инерционных систем, позволяющих существенно снизить нагрузки в опорных узлах и расширить диапазон регулирования параметров колебаний.

Для решения поставленной задачи была разработана конструкция усовершенствованного роторного инерционного вибровозбудителя повышенной мощности [3], в котором способ воз-

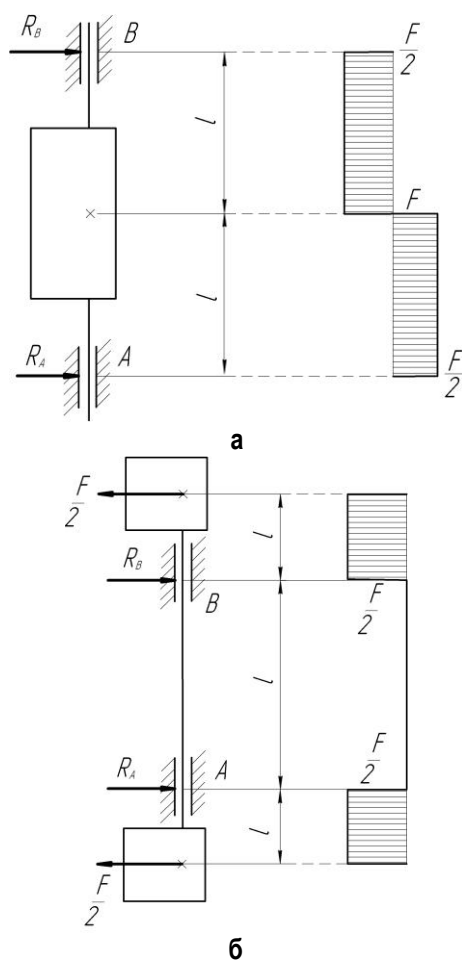


Рис. 1. Распределение нагрузок в дебалансных вибровозбудителях:
а – с одним дебалансом; б – с двумя дебалансами

* Данная работа выполнялась в рамках приоритетных направлений научно-технической работы Высшей школы, разработанных Министерством образования и науки РФ по теме «Технология переработки промышленных и бытовых отходов» при финансовой поддержке РФФИ (проект №07-01-96-052) на 2007–2008 годы.

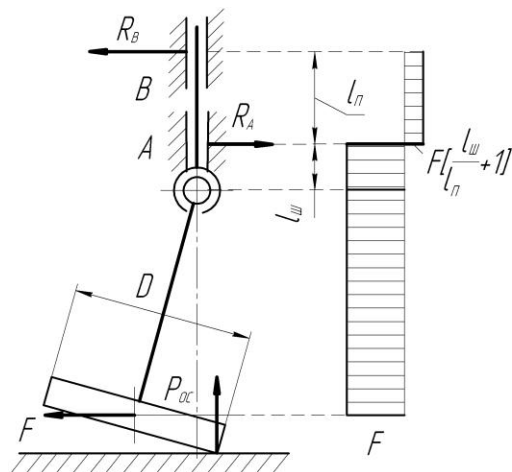


Рис. 2. Распределение нагрузок в роторных вибровозбудителях

буждения колебаний заключается в том, что вращаемое тело 1 (ротор) и контргтело 2 (рис. 3) сопрягаются с тарированной силой прижима РОС так, чтобы область контакта имела замкнутую форму с поворотной симметрией.

Каждое из сопрягаемых тел приводят во вращение $\omega_{вр}$ вокруг оси поворотной симметрии области контакта, при этом частотой колебательных движений управляют по соотношению

$$\omega = \frac{P_{OC}}{2 \cdot l \cdot m \cdot \omega_{ep}} + \sqrt{\frac{P_{OC}^2}{4 \cdot l^2 \cdot m^2 \cdot \omega_{ep}^2} + \frac{j}{m}} \quad (1)$$

где $l = l_1 + l_2$; (2)

$m = m_1 + m_2$; (3)

$j = j_1 + j_2$; (4)

$\omega_{ep} = \omega_{ep1} \pm \omega_{ep2}$, (5)

а их амплитудой по соотношению

$$\rho = \frac{D \cdot \omega_{ep}}{2 \cdot \omega}, \quad (6)$$

где $\rho = \rho_1 = \rho_2$. (7)

Синхронизация колебаний центров тяжести ротора и контргтела достигается за счет негोलомной связи ротора и контргтела в точке их контакта, которая создает эффект их слияния в одну целую кинематически неуравновешенную массу. При этом создается суммарная вынуждающая сила, амплитудное значение которой равно

$$F = F_1 + F_2 = m \cdot \rho \cdot \omega^2, \quad (8)$$

приводящая к более благоприятному распределению нагрузок в опорных узлах роторного инерционного вибровозбудителя повышенной мощности, показанного на рис. 4.

Экспериментальные исследования предложенного вибровозбудителя показали его преимущества по сравнению с существующими. А именно на рис. 5 приведены результаты экспериментальных исследований рассматриваемой конструкции, в частности сравниваются экспериментальные зависимости частот ω_1 , ω_2 и амплитуд ρ_1 , ρ_2 колебаний роторов с их теоретическими зависимостями ω_T , ρ_T при изменении режимов настройки: осевого усилия P_{OC} и скорости вращения n_{BP2} контргтела.

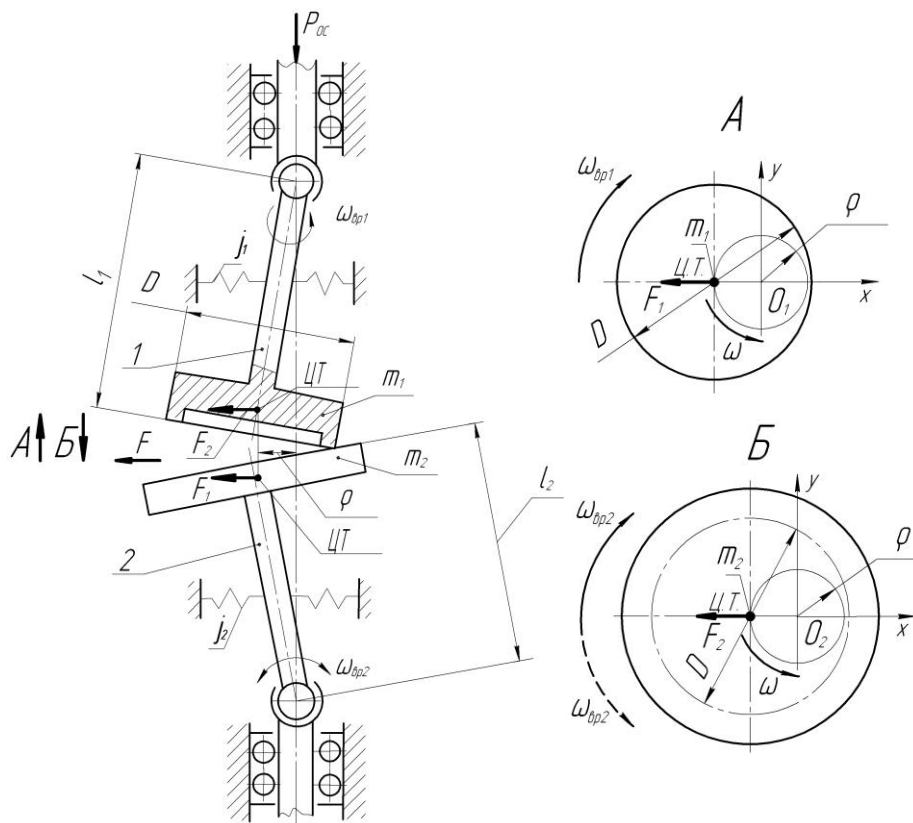


Рис. 3. Схема роторного инерционного вибровозбудителя

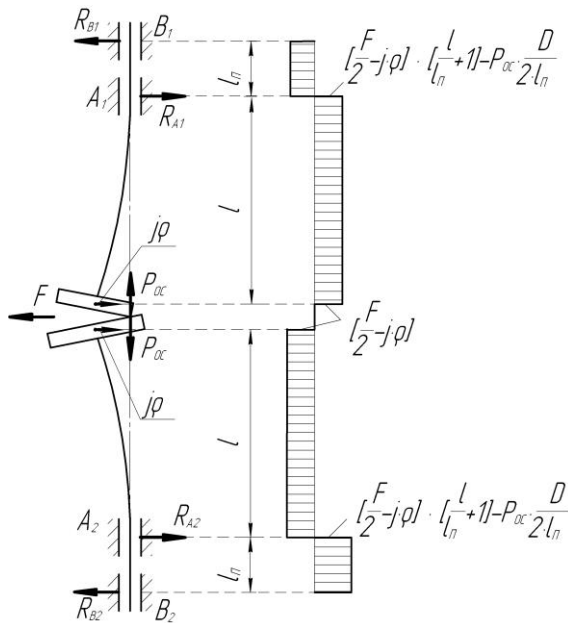


Рис. 4. Распределение нагрузок в роторном инерционном вибровозбудителе повышенной мощности

Предлагаемая конструкция вибровозбудителя существенно лучше существующих, поскольку максимальная нагрузка на опоры меньше, чем у дебалансных вибровозбудителей за счет влияния суммарной силы упругости $j\rho$ роторов, а возможности регулирования параметров колебаний шире, чем у роторных вибровозбудителей, так как в предлагаемой конструкции возможно раздельное регулирование частоты и амплитуды колебаний в широких пределах (см. рис. 5).

С точки зрения надежности работы роторных вибровозбудителей наиболее неблагоприятным участком в системе возбуждения колебаний является область взаимодействия вращаемого тела (ротора) и контртела вследствие ожидаемого из-

носа последнего, что может повлечь за собой нежелательное изменение установленных значений амплитуды и частоты круговых колебаний и всего режима работы вибровозбудителя в целом. В связи с этим важно уметь определять время безотказной работы вибровозбудителя в установленном режиме с одного установка до последующей замены контртела.

Для оценки долговечности работы роторных вибровозбудителей по критерию износа поверхностей ротора и контртела, вследствие их контактного силового взаимодействия, необходимо вначале выявить, какие изменения внесет износ этих поверхностей в математические модели круговых колебаний рассматриваемых вибровозбудителей.

Если на поверхностях ротора и контртела в зоне их сопряжения произойдет износ общей высотой h_{II} (рис. 6), то в выражениях (1), (6) произойдет изменение осевого усилия, а следовательно, частоты ω и амплитуды ρ колебаний вибровозбудителя. Если контактная поверхность ротора l будет иметь износостойкость значительно большую, нежели поверхность контртела (одновременный износ и ротора и контртела нежелателен вследствие большей трудоемкости изготовления), то износ будет происходить только по поверхности контртела.

Из выражений (1) и (6) для частоты и амплитуды круговых колебаний вибровозбудителя видно, что с уменьшением осевого усилия (происходящим вследствие износа поверхности контртела) частота колебаний ротора уменьшается, а их амплитуда увеличивается. Исходя из этого, можно предположить форму сечения круговой лунки, образующейся в контртеле, вследствие его износа.

На рис. 7 представлено сечение лунки в момент, когда длина участка AB меньше ширины a

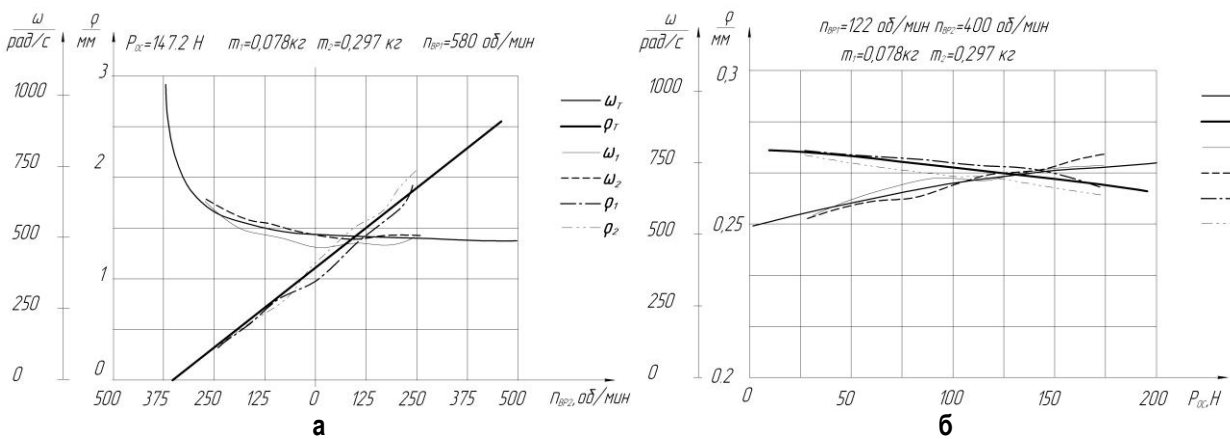


Рис. 5. Зависимости параметров колебаний от режимов настройки: а – скорости вращения контртела; б – осевого усилия

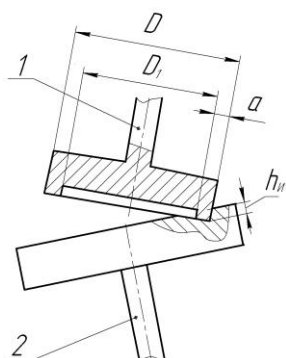


Рис. 6. Износ поверхности контртела

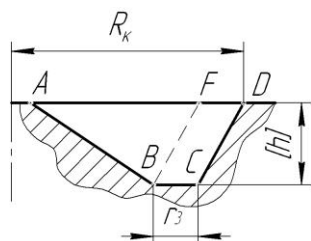


Рис. 7. Форма сечения круговой лунки

рабочей поверхности ротора (см. рис. 6), равной

$$a = \frac{D - D_1}{2}. \quad (9)$$

Участки износа BCD и AB образуются различными поверхностями ротора и различными видами скольжения. Рассмотрим их в отдельности.

Износ на участке BCD будет происходить вследствие трения качения при движении ротора по окружности радиуса R_K

$$R_K = \frac{D}{2} - \rho. \quad (10)$$

Путь скольжения (длина дуги) за один период круговых колебаний ротора равен

$$L_C = \sqrt{2 \cdot \left(1 - \cos \left(\frac{k}{2 \cdot R_K} \right) \right)}, \quad (11)$$

где k – коэффициент трения качения.

Скорость скольжения V_C определяется из условия, что путь скольжения L_C преодолевается за время, равное

$$t = \frac{2 \cdot k}{D \cdot \omega_{ep}}, \quad (12)$$

тогда

$$V_C = \frac{D \cdot \omega_{ep}}{2} \cdot \sqrt{2 \cdot \left(1 - \cos \left(\frac{k}{2 \cdot R_K} \right) \right)}. \quad (13)$$

Данное скольжение, характеризуемое величинами L_C и V_C , вызывает износ контртела на участке BC (см. рис. 7), длина которого равна радиусу закругления у ротора

$$BC = r_3. \quad (14)$$

Из всего изложенного можно сделать вывод о том, что рассматриваемый процесс скольжения ротора по контртелу адекватен тому, что за один период колебаний ротора площадь поверхности контртела, ограниченная окружностями с радиусами, равными R_K и $(R_K - r_3)$, проходит путь скольжения, равный L_C , со скоростью V_C .

Геометрическим скольжением на участке AB можно пренебречь при оценке долговечности работы вибровозбудителя по критерию изнашивания контртела, так как износ на этом участке ограничивается износом на участке BC и лишь вызовет необходимость введения соответствующего запаса при расчете мощности привода вибровозбудителя для восстановления потерь энергии, вызванных трением скольжения.

Изучив модели изнашивания контртела в процессе планетарного движения по нему ротора, вернемся к задаче исследования, связанной с безотказностью работы вибровозбудителя. Установим критерий, по которому можно будет определить максимально возможный износ поверхности контртела, при котором изменений в режиме работы вибровозбудителя не будет.

Было установлено, что изнашивание контртела вызывает уменьшение осевого усилия P_{oc} , которое вызывает увеличение амплитуды и уменьшение частоты круговых колебаний ротора, критерием может служить возможное изменение амплитуды ρ и частоты ω колебаний ротора.

Предположим, что увеличение амплитуды на $n(\%)$ и уменьшение частоты круговых колебаний ротора на $m(\%)$ будет критическим для выбранного режима работы вибровозбудителя, а следовательно, эти изменения будут адекватны критическому уменьшению осевого усилия на $\delta_\rho(\%)$ и $\delta_\omega(\%)$ соответственно.

Выражения (1) и (6) для частоты и амплитуды колебаний роторного вибровозбудителя с учетом критических значений будут следующими:

$$\delta_\omega = \left[1 - \frac{\left(\omega^2 \cdot \left(1 - \frac{m}{100} \right)^2 - \frac{j}{m} \right) \cdot \omega_{ep} \cdot m \cdot l}{\omega \cdot \left(1 - \frac{m}{100} \right) \cdot P_{oc}} \right] \cdot 100; \quad (15)$$

$$\delta_p = \left[1 - \left(\frac{\omega_{ep}^2 \cdot D^2}{4 \cdot \rho^2 \cdot \left(1 + \frac{n}{100} \right)^2} - \frac{j}{m} \right) \times \left(\frac{2 \cdot \rho \cdot m \cdot l \cdot \left(1 + \frac{n}{100} \right)}{D \cdot P_{oc}} \right) \right] \cdot 100. \quad (16)$$

Меньшее из значений δ_ω и δ_p и будет критическим процентным числом δ для осевого усилия P_{oc} . Значение $[h]$ (см. рис. 7) будет для заданных значений $n(\%)$ и $m(\%)$ предельно допускаемой высотой износа контртела.

При известном значении износостойкости B материала контртела, равном отношению работы сил трения к массе продуктов износа, определим допустимую массу продуктов износа, ограниченную высотой износа $[h]$, работу сил трения для износа этой массы и время, через которое износ достигает высоты $[h]$ – время безотказной работы вибровозбудителя [4].

Массу продуктов износа определим из равенства

$$m_{из} = \gamma_K \cdot V_{из}, \quad (17)$$

где γ_K – плотность материала контртела; $V_{из}$ – объем износа.

Если B – известная износостойкость материала контртела в данных условиях трения, то работа сил трения, необходимая для удаления предельной массы продуктов износа $m_{из}$, равна

$$A = B \cdot m_{из}. \quad (18)$$

Учитывая, что за один период колебаний ротора площадь поверхности трения F проходит путь скольжения, равный L_C согласно (11), т. е. за время, равное

$$t = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}, \quad (19)$$

получим искомое выражение для времени безотказной работы вибровозбудителя

$$T = \frac{2 \cdot B \cdot \pi \cdot m_{из} \cdot k \cdot \delta}{P_{oc} \cdot R_K \cdot f_{CK} \cdot \omega \cdot L_C}, \quad (20)$$

где f_{CK} – коэффициент трения скольжения.

В течение этого времени вибровозбудитель будет способен поддерживать заданные режимы (амплитуду ρ и частоту вынужденных колебаний ω) с параметрами (допусками δ_p , δ_ω), установленными техническими требованиями, без перерывов для технического обслуживания и ремонтов, т.е. в течение времени безотказной работы

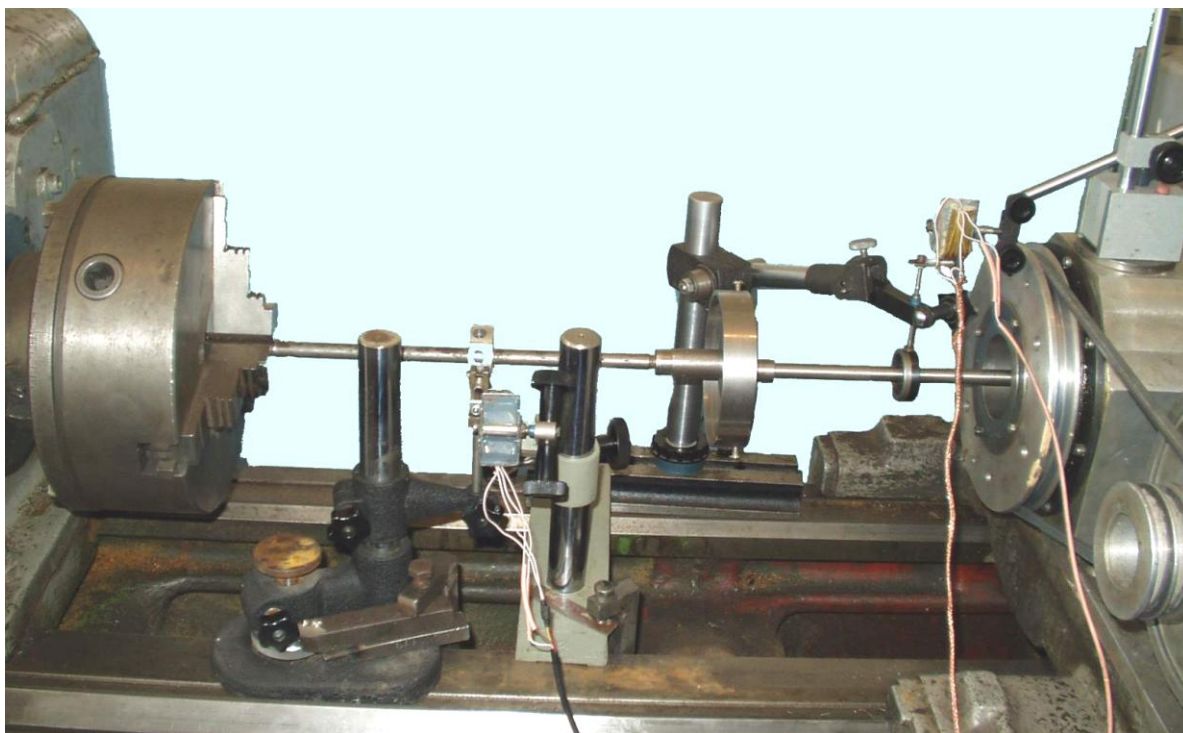


Рис. 8. Экспериментальная установка

вибровозбудителя, учитывающим только изнашивание трущейся поверхности контртела.

Точность математических моделей разработанного вибровозбудителя была доказана в ходе экспериментальных исследований на установке, показанной на **рис. 8**, при этом теоретически время безотказной работы составляет 4320 ч, что примерно на 30% превышает время безотказной работы у аналогичных машин.

Рассмотренный универсальный роторный вибровозбудитель повышенной мощности, по сравнению с дебалансными и простыми роторными системами, обладает следующим преимуществом: возможностью отдельного регулирования частоты колебаний в диапазоне 0...3000 Гц и ам-

плитуды колебаний в диапазоне 0...30 мм; сниженными на 20% нагрузками на опорные узлы; повышенной долговечностью; возможностью управления двумя и более колебательными системами с различными характеристиками; простой конструкции и настройки.

В связи с этим широкая универсальность вибровозбудителей с широкими технологическими возможностями позволяет использовать их в качестве источников колебаний в вибрационных машинах различного назначения и мощности с повышением производительности работ и качества выпускаемой продукции.

Библиографический список

1. Сергеев, С.В. Повышение эффективности вибрационных процессов при механической обработке различных материалов: монография / С.В. Сергеев. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. 262 с.
2. А.с. 1664412 Российская Федерация, МПК⁷ В 06 В 1/16. Способ возбуждения круговых колебаний и устройство для его осуществления / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич, С.В. Сергеев. № 4414912/24-28; заявл. 24.04.1988; опубл. 23.07.1991, Бюл. № 27. 5 с.
3. Пат. 2213618 Российская Федерация, МПК⁷ В 02 С 19/00. Способ и устройство измельчения материалов / С.В. Сергеев, Р.Г. Закиров, Е.Н. Гордеев, Б.А. Решетников. № 2002102797/03; заявл. 31.01.2002; опубл. 10.10.2003, Бюл. № 28. 6 с.
4. Иванов, М.Н. Детали машин: учебник для студентов высших техн. учебных заведений / М.Н. Иванов. 5-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 1991. 383 с.

УДК 669.462

Салганик В.М., Денисов С.В.

РАЗРАБОТКА И ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РУЛОННОГО ПРОКАТА КЛАССОВ ПРОЧНОСТИ Х60-Х70 ТОЛЩИНОЙ БОЛЕЕ 12 ММ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ

Для расширения рынков сбыта стали для трубной промышленности как в России, так и за рубежом в ОАО «ММК» приступили к разработке технологии производства полос класса прочности Х60, Х65 и Х70 толщиной более 12 мм.

Требования по химическому составу к прокату классов прочности Х60, Х65 и Х70 представлены в **табл. 1** [1].

Требуемые механические свойства проката класса прочности Х60, Х65 и Х70 представлены в **табл. 2** [1].

Большой объем производства проката для трубной промышленности вызывает необходимость при разработке состава сталей для этого назначения ориентироваться на дешевые и недефицитные легирующие элементы. Технология же изготовления металла должна быть относительно простой и экономичной (**табл. 3**) [2].

Таким образом, для обеспечения конкуренто-

способности конструкционного проката его необходимо производить методом контролируемой прокатки в сочетании с ускоренным охлаждением.

Технология контролируемой прокатки включает следующие основные этапы: выбор соответствующего химического состава стали; нагрев слэбов с контролируемой температурой, обеспечивающей оптимальную степень растворения карбонитридов и относительно мелкое и однородное зерно аустенитной фазы перед прокаткой; измельчение зерен аустенитной фазы за счет многократной предварительной деформации и рекристаллизации; междеформационная пауза с охлаждением (желательно ускоренным) до температуры, при которой существенно заторможены процессы рекристаллизации аустенита; финальная деформация аустенита с суммарным обжатием 50–80% при температурах ниже температуры его рекристалли-

зации; деформация в γ - α -области; регулируемое охлаждение после прокатки [3].

Упрочнение за счет увеличения содержания углерода связано с повышением в стали объемной доли перлита. Последнее сопровождается уменьшением отношения σ_T/σ_B , поскольку происходит более быстрый рост временного сопротив-

ления по сравнению с пределом текучести.

В результате повышения содержания углерода снижаются пластические и вязкие свойства [4].

С увеличением содержания углерода, особенно выше 0,20%, существенно ухудшается способность к сварке и холодной деформации. Ударная вязкость стали, в первую очередь при минусовых температурах, снижается [4].

Марганец является основным легирующим компонентом в конструкционных низколегированных сталях. Его содержание составляет 1,4–1,7% [5].

Кремний обеспечивает повышение прочности и вязкости при легировании не более 0,5%.

Содержание фосфора и особенно серы ограничивают 0,02%. Сера уменьшает сопротивляемость стали динамическим нагрузкам при низких температурах. Она образует сульфиды марганца, которые, будучи пластичными, при температурах горячей прокатки расплющиваются и вытягиваются в продолговатые включения. При низких температурах вследствие своей хрупкости эти включения существенно снижают ударную вязкость поперек направления прокатки. Анизотропия вязких свойств в готовых листах вследствие этого может быть весьма значительной – вязкие свойства листов в поперечном направлении могут быть в 1,5–2,0 раза ниже, чем в продольном. Повышению вязких свойств и уменьшению анизотропии способствуют добавки циркония, церия и редкоземельных элементов, которые, растворяясь в сульфидах, понижают их пластичность при горячей деформации. Это способствует сохранению сульфидами формы, близкой к глобулярной [5].

Отличительной особенностью химического состава сталей, подвергаемых контролируемой прокатке, является микролегирование карбонитридообразующими элементами (ниобием, ванадием, титаном и др.) в сотых, реже в десятых долях процента. Микролегирование осуществляют для того, чтобы избежать экспоненциального роста зерна аустенита при нагреве под прокатку. Добавки ванадия и алюминия в сталь задерживают аномальный рост зерна до температур 1000–1100°C, добавки ниобия – до 1150°C, титан образует весьма стойкий нитрид TiN, тормозящий рост зерна при 1200°C и выше.

Исходя из проведенного анализа, для повышения конкурентоспособности и удовлетворения требований потребителей прокат должен поставляться после контролируемой прокатки или контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением, с содержанием углерода менее 0,20%, марганца в пределах 1,2–1,8%, кремния 0,15–0,60%, с низким содержанием серы и с микролегирова-

Таблица 1

Требования по химическому составу к прокату классов прочности Х60, Х65 и Х70

Класс прочности	Массовая доля химических элементов, %			
	С	Mn	S	P
	не более			
Х60	0,22	1,4	0,015	0,025
Х65	0,22	1,45	0,015	0,025
Х70	0,22	1,65	0,015	0,025

Примечания по массовой доле химических элементов:

Для каждого уменьшения на 0,01% ниже заданного максимального содержания углерода разрешается увеличение вышезаданного содержания марганца на 0,05% вплоть до максимальной величины 1,65% для проката классов прочности Х60, Х65 и до 2,0% для проката класса прочности Х70.

Могут использоваться ниобий, ванадий и титан.

Суммарное содержание ниобия, ванадия и титана не должно превышать 0,15%.

По согласованию между покупателем и изготовителем может поставляться сталь и другого химического состава при условии соблюдения пределов по суммарному содержанию ниобия, ванадия и титана и приведенного в таблице содержания фосфора и серы.

Таблица 2

Требуемые механические свойства проката классов прочности Х60, Х65 и Х70

Класс прочности	σ_T	σ_B	$\delta_5, \%$	$KV^0, Дж$	Количество вязкой составляющей в изломе образца, %
	Н/мм ²		не менее		
Х60	414–565	517–758	22	27	60
Х65	448–600	531–758	22	27	60
Х70	483–621	565–758	21	27	60

Таблица 3

Дополнительные затраты на производство листов толщиной 20 мм в сравнении с горячей прокаткой

Процесс	Затраты, \$/т
Нормализация	19,5
Термомеханическая прокатка	0
Термомеханическая прокатка + ускоренное охлаждение	3,5

нием карбонитридообразующими элементами (ниобием, ванадием, титаном и др.).

По нашему мнению, наиболее близко к вышеперечисленным критериям подходят четыре варианта химического состава стали (табл. 4).

Прокатный передел на ШСГП начинается с нагрева слэбов до температур около 1180–1220°C для обеспечения более полного растворения микролегирующих элементов в стали, при этом появляется возможность избежать подстуживания раската перед чистой стадией контролируемой прокатки и повысить производительность стана.

Успешное проведение черновой стадии прокатки требует высоких единичных обжатий ($\epsilon = 15\text{--}20\%$, не менее 5 обжатий) во всех последовательных клетях черновой подгруппы для обеспечения полной рекристаллизации металла [5].

Особенностью проведения чистой стадии прокатки на ШСГП является ограниченное число обжатий в последовательных клетях, что при прокатке высокопрочных сталей может вызывать перегрузку клетей по усилию. Целью чистой стадии контролируемой прокатки является получение деформированных («оладеобразных») зерен аустенита, а также полос деформации в зернах, что повышает удельную эффективную поверхность аустенита и позволяет получить большое число мест зарождения зерен феррита и, следовательно, существенно измельчить зерно феррита.

Решающее влияние на механические свойства сталей при контролируемой прокатке оказывают ее температурно-деформационные условия на стадии чистой прокатки: температура начала и конца прокатки, суммарная деформация и распределение ее по проходам. Понижение температуры окончания прокатки до температуры A_{r3} приводит к измельчению зерна феррита в структуре, в связи с чем прочность, вязкость и сопротивление хрупкому разрушению сталей значительно повышаются. Большое значение для получения высокого комплекса механических свойств имеет обеспечение суммарного обжатия достаточной величины в заключительной фазе прокатки. Увеличение степени обжатия влияет аналогично снижению температуры конца прокатки,

способствуя повышению прочности и снижению критической температуры хрупкости. Например, в работе [4] показано, что увеличение суммарной степени деформации при температуре ниже 900°C с 10 до 70% в малоперлитной стали с титаном позволило снизить критическую температуру хрупкости с 0 до -50°C . Измельчение зерна феррита и соответственно улучшение комплекса механических свойств за счет деформации в нижней части аустенитной области достигает предельной величины при обжатии 70–75% [3].

Наиболее эффективным способом измельчения зерна при приемлемой стоимости является процесс, который объединяет контролируемую прокатку и ускоренное охлаждение. Свойства, полученные в результате этого процесса, не могут быть достигнуты только термической обработкой. При снижении температуры смотки с 650 до 550°C повышается предел текучести на 80 Н/мм² без снижения хладостойкости металлопроката [2].

С помощью комбинированной математической модели [6] проведено исследование процесса контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением полос с различными вариантами химического состава (см. табл. 4). Результаты моделирования процесса контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением полос представлены в табл. 5.

Анализируя результаты проведенного математического моделирования процесса контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением

Таблица 4

Варианты химического состава стали

Вариант	Массовая доля химических элементов, %						
	C	Mn	Si	Al	Nb	Ti	V
1	0,11–0,14	1,25–1,40	0,40–0,55	0,02–0,05	0,030–0,045	0,015–0,035	–
2	0,10–0,14	1,40–1,80	0,25–0,50	0,02–0,05	0,040–0,070	0,005–0,020	–
3	0,14–0,20	1,20–1,40	0,30–0,60	0,01–0,04	–	0,010–0,040	0,05–0,14
4	0,09–0,12	1,55–1,75	0,15–0,30	0,02–0,05	0,020–0,050	0,010–0,035	0,08–0,12

Таблица 5

Результаты моделирования процесса контролируемой прокатки с ускоренным охлаждением полос

Вариант химического состава стали	C _э – углеродный эквивалент	σ_T	$\sigma_{в,}$	δ_5	ИПГ	KV ⁰ , Дж
		Н/мм ²		%		
1	0,35–0,42	430–520	547–610	21–27	69–86	51–83
2	0,37–0,43	455–530	566–620	21–27	69–82	69–87
3	0,39–0,44	455–560	540–640	17–21	43–67	38–47
4	0,41–0,43	515–580	590–670	23–27	94–100	76–119

Примечание:

$C_э = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Cu + Ni)/15 + 15B$.

Суммарная степень деформации в чистой группе клетей 70%.

Температура конца прокатки 1180–1220, смотки – 800–840°C.

Таблица 6

Механические свойства проката класса прочности X60, X65 и X70

Класс прочности	Толщина полос, мм	σ_T	σ_B	δ_5	ИПГО	KV0,
		Н/мм ²		%		Дж
X60	12,1–16,0	455–485	550–590	25–27	100	49–76
X65	12,1–15,9	485–510	600–620	26–27	100	54–89
X70	12,1–15,0	510–570	600–650	23–25	100	61–91

полос, предназначенных для трубной промышленности, можно сделать следующие выводы:

1. Прокат классов прочности X60, X65 и X70 возможно производить, только используя вариант №4 химического состава стали.
2. Прокат категории прочности X60 возможно производить, используя все варианты химического состава стали (с 1 по 4). Однако прокат, произведенный из стали по варианту № 3 химического состава, менее пластичен (относительное удлинение ожидается в интервале 17–21%), что ниже требований API 5L, и поэтому указанный вариант не рекомендуется к использованию.
3. При вариантах легирования № 1 и 2 прогнозируется получение практически одинакового комплекса свойств. Однако в варианте легирования № 1 (при одинаковом содержании углерода в стали) используется меньше легирующих элементов, чем в варианте легирования № 2.
4. Наибольшей хладостойкостью обладает прокат с химическим составом стали по варианту № 4.

В итоге, учитывая требования по химическому составу стали по API 5L и результаты моде-

лирования, материалом для производства проката категорий прочности X65 и X70 был выбран вариант №4. Для производства проката категории прочности X60 был выбран вариант легирования №1. Для поставки рулонного проката в соответствии с требованиями API 5L в ОАО «ММК» был разработан стандарт СТО ММК 242-2000 «Прокат горячекатаный листовой и рулонный из углеродистой качественной и низколегированной стали для электросварных труб с требованиями по API 5L».

С помощью моделирования были найдены основные температурно-деформационные параметры прокатки полос толщиной до 14 мм на ШСП для классов прочности:

	X60	X65, X70
температура нагрева слябов, °С	1180–1220	1180–1220
суммарная степень деформации в чистовой группе клетей, %	70–80	70–80
температура конца прокатки, °С	770–810	780–840
температура смотки полос, °С	570–610	560–600
скорость охлаждения полос на отводящем рольганге, °С/с	2,5–4,8	2,8–5,3

Достигнутые механические свойства проката соответствовали требованиям потребителя для всех классов прочности (табл. 6).

В настоящее время по разработанной технологии успешно произведено около 5000 т проката категорий прочности X60, X65 и X70 толщиной более 12 мм.

Таким образом, можно заключить, что в ОАО «ММК» создана эффективная технология производства проката категорий прочности X60, X65 и X70 в соответствии с API 5L.

Библиографический список

1. Технические условия на трубы для трубопроводов 5L (API 5L). Срок введения 2000 год.
2. Ниобийсодержащие низколегированные стали / Ф.Хайстеркамп, К.Хулка, Ю.И.Матросов, Ю.Д.Морозов и др. М.: СП. Интермет Инжиниринг, 1999. 90 с.
3. Потемкин В.К., Пешков В.А. Контролируемая прокатка. Термомеханическая обработка листов. М.: ВИНТИ, 1986. С. 3–55.
4. Матросов Ю.И. Пути повышения прочности, вязкости и хладостойкости низколегированных сталей для газопроводных труб большого диаметра // Бюл. НТИ. Черная металлургия. 1981. №11 (895). С. 16–26.
5. Матросов Ю.И., Литвиненко Д.А., Голованенко С.А. Сталь для магистральных трубопроводов. М.: Металлургия, 1989. 288 с.
6. Денисов С.В., Карагодин Н.Н., Кутуева Р.Я. Методика определения основных технологических параметров контролируемой прокатки, обеспечивающих получение требуемых потребительских свойств // Прогрессивные толстолистовые стали для газонефтепроводных труб большого диаметра и металлоконструкций ответственного назначения: Сборник докладов. М.: Металлургияиздат, 2004. С. 111–115.

Лавриненко А.А., Свечникова Н.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ВЫБОРЕ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ

Разработка эффективных селективно-действующих реагентных режимов для флотации углей с использованием новых физико-химических методов исследования является актуальной научной задачей.

В последнее время для выявления энергетических возможностей изучаемых классов углеводородов, участвующих в процессе адсорбции на поверхности углей, используются различные методы квантово-химических расчетов.

Так, существует теория КЛЮ [1], предложенная М.И. Корсунским и С.А. Кутолиным, позволяющая рассчитать энергию и длину связи, а также число коллективизированных электронов в молекулах реагентов, широко распространен метод молекулярных орбиталей Хюккеля (МОХ) [2].

Заметные успехи в практике расчета межмолекулярного взаимодействия были достигнуты в последние десятилетия при оценке характеристик адсорбции соединений на плоской однородной углеродной поверхности в атом-атомном приближении с использованием межатомных потенциалов в различных формах. Метод атом-атомных потенциалов наиболее обоснован в форме Бакингема-Корнера [3].

Исследователи В.П. Фешин, Е.В. Фешина, Л.И. Жижина провели расчет заселенности валентных орбиталей этиленовых углеводородов методом RHF/6-311G(d) и MP2/6-311G(d) [4, 5].

Существуют автоматизированные программы расчета на основе методов квантово-химических расчетов INDO, MINDO/3 и RHF/6-311G(d) и MP2/6-311G(d). Эти методы позволяют рассчитать энергии молекулярных орбиталей, дипольных моментов молекул, максимальные положительные и отрицательные заряды в молекулах реагентов для определения средства реагента и молекул органической массы угля [6].

В лабораторных условиях были изучены флотационные свойства технических продуктов фракций альфа-олефинов от C₆ до C₂₆, отличающихся тем, что содержат в своем групповом составе винилдиеновые углеводороды, которые оказывают влияние на их флотационные свойства.

С целью изучения влияния на флотационные способности фракций альфа-олефи-

нов винилдиеновых углеводородов по программе Hyper Chem и Морас [7] был произведен расчет квантово-химических характеристик 2-винилгексадиена-1,5 и октена-1.

Установлено, что 2-винилгексадиен-1,5 имеет более низкие значения квантово-химических параметров в отличие от октена-1 (табл. 1).

Так, дипольный момент 2-винилгексадиена-1,5 в 5 раз меньше, чем у октена-1. Максимальный положительный заряд в молекуле 2-винилгексадиена-1,5 сконцентрирован на атоме водорода ви-

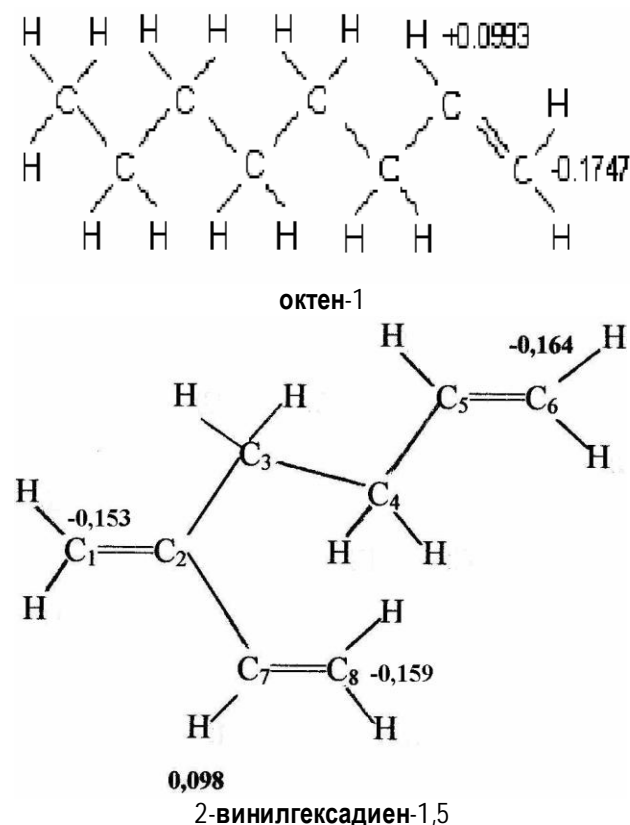


Рис. 1. Структурные формулы углеводородов

Таблица 1

Квантово-химические характеристики углеводородов

Вещество	Формула	M, г/моль	μ, D	$\epsilon_m, \text{эВ}$	$\epsilon_{m+1}, \text{эВ}$	max «+»	max «-»
Октен-1	C ₈ H ₁₆	112,21	0,25	-10,04	+1,17	0,099	0,17
2-винил-гексадиен-1,5	C ₈ H ₁₂	108,18	0,05	-9,39	+0,26	0,098	0,16

нильного радикала. В молекуле 2-винилгексадиена-1,5 отрицательный заряд сконцентрирован на 3 атомах углерода (на первом, шестом и восьмом) (рис. 1).

2-винилгексадиен-1,5 отличается наличием сопряженных связей, которые обладают механизмом взаимного влияния, отличающимся от индуктивного более мощным по силе, передающимся на большие расстояния мезомерным эффектом. В молекуле 2-винилгексадиена-1,5 происходит выравнивание π -электронной плотности по всей цепи сопряжения, делокализация π -электронов в боковой цепи.

Такое распределение электронной плотности в молекуле 2-винилгексадиена-1,5 позволяет предположить, что 2-винилгексадиен-1,5 обладает двойственной реакционной способностью по отношению к углям: с одной стороны, наличие трех центров с максимальной электроотрицательностью создает возможность более прочного специфического взаимодействия с электронно-акцепторными участками угольной поверхности; с другой стороны, делокализация электронной плотности в молекуле 2-винилгексадиена-1,5 способствует взаимодействию с аполлярными центрами угля и гидрофобизации ее поверхности; изостроение молекулы 2-винилгексадиена-1,5 также позволяет более эффективно разрушать гидратные слои на поверхности угля.

Полученные выводы были подтверждены результатами измерения теплот смачивания угля и флотационных опытов (табл. 2).

Так, при смачивании коксового угля 2-винилгексадиеном-1,5 тепловой эффект незначительно больше (на 0,91 Дж/г_{угля}), чем при смачивании октеном-1. А при смачивании газового угля 2-винилгексадиеном-1,5 тепловой эффект больше в 4 раза.

При флотации угля были получены аналогич-

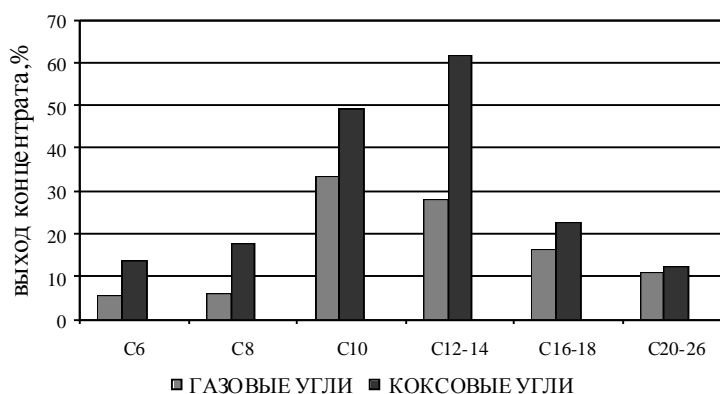


Рис. 2. Сравнительные результаты флотации фракций альфа-олефинов на различных углях

ные результаты. Так, при использовании 2-винилгексадиена-1,5 в качестве реагента-собирателя в количестве 1 кг/т для флотации коксового угля увеличивается извлечение горючей массы в концентрат на 9,9%. В случае флотации газового угля применение 2-винилгексадиена-1,5 в количестве 3 кг/т позволяет увеличить извлечение горючей массы в концентрат на 36,7%, в отличие от применения октена-1 в том же количестве (см. табл. 2). Значительное увеличение флотируемости газовых углей при использовании 2-винилгексадиена-1,5 объясняется наличием в молекуле трех активных центров, обеспечивающих повышенную адсорбцию на газовых углях, имеющих большее количество электронно-акцепторных центров.

Исследования флотационной активности фракций альфа-олефинов при флотации угольной мелочи разреза Березовский «К» показали, что лучшие результаты были получены с использованием фракции C₁₂₋₁₄. Так, при равном расходе 1 кг/т выход концентрата увеличивается от C₆ до C₁₂₋₁₄ с 13,7 до 62%, при этом селективность процесса лучше в случае использования C₁₀. Дальнейшее повышение молекулярной массы

Таблица 2

Показатели флотации с использованием различных реагентов-собирателей

Реагентный режим (расход реагента, кг/т)		Продукты флотации	Показатели, %		Извлечение горючей массы в концентрат, %	Уголь	Теплота смачивания, Дж/г _{угля}
Собиратель	Вспениватель		Выход	Зольность			
Октен-1 (1,0)	КОБС (0,08)	Концентрат	41,6	9,3	48,2	Березовский «К»	-9,01
		Отходы	58,6	21,7			
2-винил-гексадиен-1,5 (1,0)		Концентрат	49,3	7,8	58,1		-9,92
		Отходы	50,7	21,8			
Октен-1 (3,0)		Концентрат	18,0	3,6	20,8	Комсомолец «Г»	-2,25
		Отходы	82,0	10,5			
2-винил-гексадиен-1,5 (3,0)		Концентрат	50,4	4,8	57,5		-10,20
		Отходы	49,6	13,8			

понижает показатели флотации.

При флотации газовых углей шахты «Комсомолец» с исходной зольностью 11,4% максимальный выход концентрата составил 35,5% при использовании фракции альфа-олефинов C_{10} , что на 22,5–36,7% меньше, чем при флотации коксовых углей с использованием фракций C_{10} и C_{12} . (рис. 2).

Причем увеличение длины углеводородного радикала снижает показатели флотации на газовых углях. Это связано с тем, что в газовых углях в непосредственной близости от поверхности под влиянием некомпенсированных поверхност-

ных сил диполи воды образуют значительное количество ориентированных гидратных слоев. Поэтому адсорбция молекул альфа-олефинов, имеющих значительную длину, на поверхности угля затруднена.

Таким образом, квантово-химические расчеты энергетических параметров углеводов позволяют сделать выводы об их флотационной активности, на основании которых можно разработать эффективные реагентные режимы для флотации угольной мелочи.

Библиографический список

1. Днепровский А.С., Темникова Т.И. Теоретические основы органической химии. Л.: Химия, 1991. 560 с.
2. Краснов К.С. Молекулы и химическая связь: Учеб. пособие для хим.-техн. вузов. М.: Высш. шк., 1984. 295 с.
3. Buckingham R.A., Corner J. // Proc. Roy. Soc. (A). 1974. Vol. 189. N 1016. P. 118.
4. Фешин В.П., Фешина Е.В., Жижина Л.И. // ЖОХ. 2006. Т. 76. Вып. 5. С. 776.
5. Фешин В.П. Электронные эффекты в органических и элементоорганических молекулах. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1997. 377 с.
6. Терней А. Современная органическая химия. Т. 1. М.: Химия, 1981. 652 с.
7. Гиревая Х.Я. Повышение эффективности флотации газовых углей на основе квантово-химического обоснования выбора реагентов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Магнитогорск, 2006.

УДК 008:1

Юрский С.Ю.

БОЛЕН ВЛАСТЬЮ

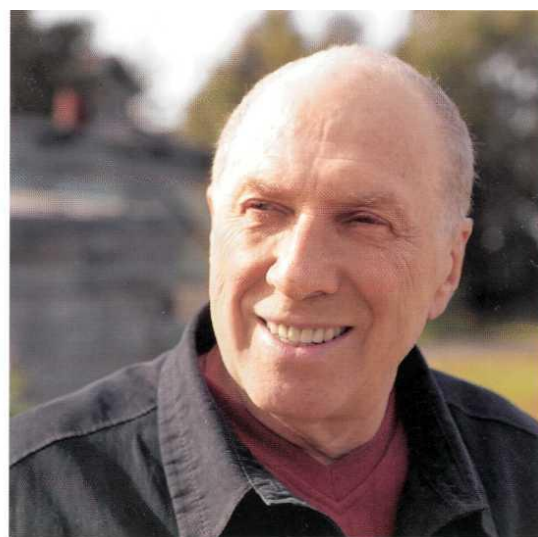
Сергей Юрский – мощный актёр, философ, писатель, Человек много раз бывал в МГТУ с концертами, поддерживал систему эстетического воспитания МГМИ, писал о ней. Рассуждения Сергея Юрьевича о власти, как явления, полезно и нам – работникам вуза, т. к. эта болезнь бывает у человека власти любого уровня.

(От редакции)

За перо когда-то взялся, потому что захотелось обратиться к зрителям письменно. Подумать вместе. Может быть, и поспорить... Конкретно с каждым, кто захочет вступить в диалог...

А сейчас разговор о нас, о нашем сегодняшнем дне и о том, как отчитаться нам перед внуками за XX век, в котором прожили мы большую часть своей жизни.

...Сталин в нашем спектакле после ухода певицы Надежды Блаженной, сделав намек понимающим его людям, что, видимо, скоро с этой слишком самостоятельной молодой женщиной должно случиться несчастье, помолчав, пошагав взад-вперед по кабинету, вдруг взрывается криком: «Никогда! Никогда не построим мы великое государство. Если не сумеем проникнуть внутрь этой... ягодки!» – и отбрасывает виноградину, которую держал в пальцах.



Это так! Это правильная фраза. Это хорошая фраза!

Душа бессмертна. Душа открыта. И при этом она – непроницаема.

Непроницаема! Отсюда гнев Сталина.

Власть стремится к увеличению самой себя. Любая власть – государственная, власть денег, ду-

ховная власть, власть авторитета... Любая. В некоторых обществах (такая у них наследственность) стремлению власти к безграничному расширению ставят границы, находят противовесы. Там, где этого нет, образуется диктатура, тирания, тоталитаризм. Диктатура начинается с требования подчинения. Но обязательно переходит ко второму этапу – требованию ее (диктатуры) прославления. Любить надо диктатуру! Процесс углубляется – нужны не знаки любви, а искренняя любовь. За этим надо следить! Возникает служба проверки на лояльность. – Да, мы знаем, что ты говоришь правильные слова, но!.. Надо проверить, ВЕЗДЕ ЛИ ты их говоришь и ВСЕГДА ЛИ? Наконец, ОТ ДУШИ ЛИ ты так говоришь? Есть ходячее выражение: «Не лезьте ко мне в душу!» О-о! Еще чего! Именно в душу к тебе и лезем. Именно за этим создаются дорогостоящие спецотделы, структуры наблюдения, органы слежения, институты психологического контроля.

«Никогда не сможем построить мы великое государство, если не проникнем ВНУТРЬ этой ягодки!»

Противостояние двух несопоставимых сил – мощь государства и то зернышко внутри человека, которое делает его существом по образу и подобию Божию...

Разговор днем в церкви, когда службы нет и совсем пусто. Женщина лет сорока покупает две свечи. Женщина простодушно спрашивает у причетницы:

– Скажите, а когда было сотворение мира?

– Если не путаю, то пять тысяч восьмьсот с чем-то лет. Около того. Можно у батюшки спросить.

Женщина:

– О-о, не так давно!

Я, оказавшийся третьим в этот момент:

– Ну, это фигурально. В Библии ведь сказано: «У Бога один день, как тысяча лет, и тысяча лет, как один день».

Женщина:

– Подождите, так когда же всё-таки всё было создано?

Я:

– Давно. Находят же следы, которым десятки тысяч лет.

Причетница:

– Ой, не пугайте! Спрошу у батюшки. Как он скажет, так и есть. Но только я знаю – около шести тысяч лет, а всё другое от лукавого.

Эх, славно бы жить в такой ясности! Но не обидно ли столько отдавать лукавому? «Всего другого» – ой как много! Куда больше половины. Что ж Богу-то останется?!

Бог, Он землю и небо создал или вселенную тоже? Или земля и небо есть, а вселенной вовсе нет, она от лукавого?

Что вначале: яйцо или курица?

Человек великолепно и разнообразно научился уничтожать жизнь и сейчас стоит на пороге рукотворного сотворения жизни (генетика, клонирование, роботы, виртуальное пространство и прочее). Свершится ли это? Возможно ли это?

Это не схоластика. Это вопросы сегодняшнего дня. Вопросы для тех, кто думает не только о времяпрепровождении в сегодняшний вечер, но и о завтрашнем утре.

Что раньше и что сильнее – СТАЛИН или СТАЛИНИЗМ?

И это тоже не вчерашний, это сегодняшний вопрос. Откуда он взялся, сталинизм? Из воли и коварства одного человека, бывшего семинариста, сына грузинского сапожника?

Мы уже подзабыли былую эмблему времени – четырехголовый портрет: Маркс – Энгельс – Ленин – Сталин. В нем было прочерчено происхождение нашего социализма. Марксизм – мощное теоретическое ИНОСТРАННОЕ, переведенное в том числе и на русский язык, учение. Ленинизм – практика бунта в мировом масштабе, главный принцип которого – интернационал. Сталинизм – могучий российско-имперский общественный строй, распространившийся на громадной территории с очень жестко замкнутыми при этом границами и, в силу своих размеров и возможностей, имеющий огромное международное влияние – и как пугало, и как остережение, и для определенных кругов – как светоч.

В пьесе «Вечерний звон» реальный Иосиф Виссарионович Сталин в расцвете своего могущества и своих возможностей хочет на пару часов организовать НОРМАЛЬНЫЙ вечер для себя. Надоели заседания, хитросплетения международной и внутренней политики. «Надоели их рожи», – говорит он о своих соратниках по вечной борьбе. «Как грузин, обожающий вокальное искусство» (так он себя называет), он хочет организовать маленький классный концерт с единственной солисткой. Пусть будет маленькая сцена, будет маленькая арфа и струнное трио. Пусть, как положено, объявят солистку, пусть ее наградят Сталинской премией со всеми вытекающими благами. И пусть поет! А? Простое дело?! Благое дело?! Душевное дело?! А?

НИЧЕГО НЕ ПОЛУЧАЕТСЯ! Получается «балаган, цирк!» (как кричит в гневе вождь). И заканчивается всё опять-таки созывом политбюро, списками врагов народа, взрывом подозрительности, параноидальным ощущением, что

«сама земля саботирует». На вершине своей власти Сталин НЕ МОЖЕТ создать ничего человеческого. Он может создавать ТОЛЬКО СТАЛИНИЗМ как угнетение, давление, уничтожение. Сталинизм СИЛЬНЕЕ Сталина.

Этот парадокс – внутренний смысл спектакля.

Так на чем же держится эта сила? Вопрос! И куда девалась эта сила? Исчезла со смертью вождя? Вопрос! – Ведь и при жизни его она существовала отдельно и превыше него. Где она? Сталинизм – когда он родился? И УМЕР ЛИ ОН? Большой вопрос!

Вот слепая позиция, которая весьма прижилась в нынешнее время.

Была великая, благополучная страна, которая кормила себя и полмира и вот-вот должна была перегнать по всем показателям все страны и при этом принести им благодать. Страну эту мы потеряли. Пришли чужие дядьки, большей частью евреи и другие инородцы, на немецкие деньги купили они несознательных русских солдатиков и матросиков. На те же деньги убили русского царя, порушили церкви, и семьдесят лет эти душегубы разбойничали на русской земле. Теперь кончилась их власть. Трудно, но стараемся восстановить то бывшее, имперское благоденствие и, если не помешают злые внешние силы, опять будем великой державой и если не пупом, то во всяком случае одним из полюсов мира.

На мой взгляд, это позиция слепых, глухих, лишенных памяти, но весьма говорливых людей.

Высказавшись столь категорично, я вынужден далее (и обещаю – не очень долго) формулировать свои мысли в виде прямых утверждений. Я не буду каждый раз оговариваться, что, дескать, это мое личное мнение, что возможны другие точки зрения, что, с одной стороны, это так, но с другой – может быть совершенно иначе. Пожив некоторое количество часов в теле Вождя, я хотел бы взять себе право, сохраняя собственные убеждения, воспользоваться его манерой абсолютной безапелляционности. Прошу поверить, что позволяю себе это заимствование только в целях ясности и краткости изложения.

Итак! Один из коренных вопросов: Россия страна нормальная, как другие европейские страны, как, скажем, Франция, Швеция, Португалия, или она всё-таки особенная?

Ответ. Нет, она не как все европейские страны, она особенная. Она отличается (и всегда отличалась) даже от своих бывших окраин – Финляндии, Польши, Прибалтики.

Вопрос. Это хорошо или плохо?

Ответ. Это так есть. Я вовсе не собираюсь умалять достоинств моей родины и низкопо-

клонствовать перед всем иностранным, но это факт: Россия – другая. ВСЕ ОНИ психологически ближе друг к другу, чем к нам.

Почему???

Потому что буквы разные. У всех у них латинский алфавит. С некоторыми отклонениями, но всё же единый – латинский.

Второе и важнейшее, – религия как внутренняя генетическая традиция шкалы ценностей, как тайный код смысла жизни. И опять заметим – католицизм и протестантизм со всеми ответвлениями вроде англиканской церкви – ВСЕ ОНИ ближе друг к другу, чем к нам.

Великий наш современник Папа Иоанн Павел II сказал, что католицизм и православие – два легких, которыми дышит единый организм Европы. Прекрасная мысль. Если речь идет о поддержании мира и равновесия в мире, то так и есть. Можно бы то же сказать о двух полушариях мозга – оба необходимы, оба божественны. Но! Соединиться им не дано! И всегда одно полушарие будет порождать образы, а другое логику. И различие здесь не Византии и Рима – это слишком древнее, а России и Европы. Потому что, скажем, Греция по происхождению более Византия, чем мы. Но Греция – Европа, а мы – Россия.

И третье – исторические несовпадения.

Языческая культура Древнего Рима и Древней Греции с их законами, с их идеалами играла образующую роль при создании европейских наций. Христианство пришло из Иудеи, распространилось, как пламя, и стало второй образующей. В противоречиях этой смеси шли взлеты и упадки разных частей Европы.

Языческая Русь приняла христианство в его византийском варианте. В одной упаковке пришло всё сразу – константинопольская тень римской культуры, Ветхий Завет и Христово Евангелие.

Тогда и началось несовпадение циклов.

По многим источникам, Киевская Русь была могущественным и культурным государством.

В это время большая часть Европы погрязала в упадке и распрях.

Далее, скакнув через несколько веков, – в Европе началось нечто, именуемое эпохой Возрождения. Расцвет искусств, создание университетов как центров свободной мысли. Именно в это время Россия несла на себе тяжесть татаро-монгольского ига и дичала.

Рабами в Европе были побежденные и захваченные в плен иноплеменники. Так же, видимо, было и в Древней Руси. Но к тому времени как в Европе образовались нации, с рабством было покончено. А в России в это же время постепенным закрепощением превратили в рабов СОБ-

СТВЕННЫХ, ПРЕЖДЕ СВОБОДНЫХ, КРЕСТЬЯН. И длилось это рабство 500 (пятьсот!) лет – аж до нового времени, когда в Европе была разработана теория и осуществлена практика свободы личности.

Смена верховной власти всегда и везде была серьезной проблемой. В Европе власть колебалась от монархий до республик, от единодержавного до коллективного и даже народного правления. В России всегда князь, царь – безоговорочно верховный правитель. (Краткие исключения – Новгородская республика и смуты междуцарствия.) Более того, в России всегда власть была близка к обожествлению.

В Европе император Константин крестился, когда значительная часть населения его страны были уже христианами. Путь христианства СНИЗУ ВВЕРХ.

В России великий князь выбрал религию и крестил своих подданных. А начиная с Петра Великого и формально главой церкви и предстоятелем перед Богом стал император. Путь христианства СВЕРХУ ВНИЗ по вертикали.

(«Православие, самодержавие, народность» – на этом триединстве прочно стало правление в России в XIX веке, когда Европа, независимо от форм правления, окончательно разделила светскую и духовную власти. Нынешнее фундаменталистское крыло православия прямо возводит убиенного большевиками царя не только в святые, но почти в распятого Христа, как и саму революцию в жидовский синедрион.)

А теперь взглянем на русскую историю глазами светлых умов, составивших мировую славу России и именуемых классиками. Отнесемся к ним просто как к частным, честным свидетелям и увидим, что к этому времени сочетание слов «самодержавие и православие» превратились в полицейскую удавку, а говорить о «народности» в стране, где высший класс даже изъяснялся на другом языке и где откровенное рабство большей части населения было законом, – кощунственно. «Россия, которую мы потеряли» явлена нам не только умилением перед царем, купцами-благотворителями и крестьянами, любящими своих господ, но свидетельствами и оценками Пушкина, Герцена, Белинского, Гоголя, Достоевского, Толстого, Некрасова, Салтыкова-Щедрина, Чехова, Горького, Короленко. И это Россия, изнемогающая под гнетом несправедливости, муки, страданий, голода.

Социальная революция набухла во всех странах. Но чудовищным обвалом рванула она в России, потому что здесь неестественность жизнеустройства дошла до последнего края. И толь-

ко на этой волне могли большевики найти поддержку чудовищному перевороту жизни. Поддержку! Она была! Потому что ни на какие деньги, будь их хоть триллионы, нельзя купить всё население гигантской страны. И никаких евреев не хватило бы, чтобы одурачить и закабалить 150 000 000 неевреев.

Был переворот, бунт, революция. Жесточайший взрыв уничтожения прошлого. Энергия, подобная атомной, сметающая всё и вся. Но сильнее даже этой энергии злобы, мести, надежды был тысячелетиями созданный КОД СОЗНАНИЯ. Эта особенность страны, где рабами было собственное население, где богом был царь, где свет и истина шли только сверху, где вместо креста – пересечения вертикали и горизонтали – была одна только вертикаль – палка, которой грозят и бьют.

Царя свергли и убили, Бога нет, и храмы разорены. Но генетический код требует вертикали власти и вертикали безоговорочной веры. Только поэтому в кратчайший срок из пустоты, из полного незнания, возникла сходная система, только в вывороченном виде. И уже казалось, сбылось речение Откровения Иоанна Богослова и явился антихрист – сразу со всем воинством.

Может быть, вовсе неосознанно, но случилось для русского человека подмена. И борода Карла Маркса совершенно сгодились для боготца, а бог-сын – Ленин. И потому уже в 24-м году (всего 7 лет после великого обвала!) прощались с ним как с богом и тайно ждали воскресения. Воскресения не последовало. И тогда – точно следуя логике нового культа и так сходно с древним фараонским культом Египта – его забальзамировали в ожидании восстания из мертвых. Бессмертие было объявлено в лозунгах и стихах. И десятки лет ходило население сотысячными очередями глядеть: не ожил ли?

Был и третий сочлен антихристовой триады (чтобы не сказать – троицы) – святой дух Армагеддона – тот самый «непорочный, неприкасаемый», исходящий от отца и сына, но в результате САМ ВСЁ творящий и НАД ВСЕМ витающий. И это был Сталин.

В последнем акте нашего спектакля Вождь размышляет вслух и поучает своего загробного оппонента психиатра Бехтерева: «Много веков Россия хотела стать Третьим Римом. И не стала, потому что русские цари плохо учили историю. Из знаменитого латинского постулата «Разделяй и властвуй!» они умудрились усвоить только вторую часть – «Властвуй!». А надо было учить первую – «Разделяй!». Тогда вторая придет сама собой».

Сталин прекрасно умел разделять для того,

чтобы властвовать, и властвовать для того, чтобы разделять. Одних барски награждать, других арестовать. А потом еще взять и поменять местами. Поставить на людей клеймо классовой принадлежности и противопоставить один класс другому. Диктатура пролетариата должна уничтожить прежде господствовавший класс и все его производные. А сомнительное крестьянство – бывших недавних рабов – разделить на кулаков, середняков, бедняков и всех натравить друг на друга. Выселять целые нации и помещать их внутрь других, с которыми они несовместимы.

А лозунгами этой общности, стоящей на насилии, сделать – «Народ и партия едины», «Партия и Ленин близнецы-братья», «Сталин это Ленин сегодня». И вот простой силлогизм дает сумму: «Сталин это народ» и «Народ это Сталин».

«За Родину, за Сталина!» – поднимали командиры солдат в атаку. Сегодняшние скептики говорят, что это была пустая пропаганда, в которую никто не верил. Это неправда. Лозунг был внятн людям и вместе со «ста граммами» помогал преодолевать страх смерти. Была неосознанная религия – социализм, был бог – Сталин, и был загробный рай для потомков – коммунизм.

Конечно, не все в это верили. Естественно, существовала прослойка самостоятельно мыслящих, были люди, по разным причинам не приемлющие и строй, и его лозунги. Но ведь и в православной России Романовых тоже жили среди других и богоотступники, и богоборцы, и царевубийцы. И была огромная масса, которая, как при любом строе, жила, чтобы выжить, погруженная в ежедневные тяготы; формально выполняла требуемые обряды, а сама маленько хитрила, маленько веселилась, размножалась – и всё, и только! Но особый психологический код, вне их воли и разума, заряжен был в них столетиями неподвижного рабства. И при этом тоже был объявленный монолит – тот самый, тройственный – «Православие, самодержавие, народность!». И тоже было сознательное (которое строго блюли!) РАЗДЕЛЕНИЕ. Название было другое – делили не на классы, а на сословия. Державная философия того времени тоже говорила: именно сословное разделение – опора самодержавия, рабы должны оставаться рабами, инородцы должны оставаться инородцами. И даже великий Гоголь в полубезумии своих последних лет восславил крепостное право как благо для господ и для крестьян, ибо «так Господь установил». Таков взгляд сверху – от господ.

А чеховский Фирс из «Вишневого сада» говорит: «Перед несчастьем то же было: и сова кричала, и самовар гудел бесперечь. – Перед ка-

ким несчастьем? – Перед волей». Это взгляд снизу – от крепостных.

Чехов скорбел и смеялся над этим, но писал правду – Фирс-то говорил не для смеха. Он так думал. А потомки его и по сию пору так чувствуют. Воля – это беда! Потому что «от людей». А крепостное состояние – от Бога. Надо терпеть. Терпением и свята Русь.

Подмена Христа на антихриста иногда была принята даже жертвами этой подмены. В кругах эмиграции после ужасов Гражданской войны и первых лет советской власти, вызвавших решительное отрицание, позднее решительность поуменилась. А еще позднее некоторые стали в позицию «нового великодержавия»: коли есть держава и сильна империя, то даже без креста, даже с застенками – это наша Русь. Только поэтому ГПУ и КГБ могли столь успешно вербовать сотрудников в среде, казалось бы, враждебной. И в непостижимых покаяниях и самооговорах бывших соратников – Бухарина и других – на чудовищных процессах, кроме страха, был еще и религиозный момент – восторг самобичевания в вывернутой наизнанку вере в высшее существо. И в прославляющих власть речах Мейерхольда, Немировича-Данченко, в поэмах Маяковского (людей, несомненно, великих) был не только, и даже не столько страх, сколько вера или попытка веры в новую религию.

И снова поставим вопрос: Сталин умер более полувека назад. Умерло ли с ним явление, которое мы называем сталинизмом? Когда родилось оно? Чуждо ли оно генетическому коду нашего народа? Или сталинизм эксплуатировал некоторые психологические черты, органически нам присущие?

Почему еще недавно портрет Сталина можно было видеть на лобовых стеклах многих грузовиков? Почему старые люди с красными флагами толкуются на площади и раздают листовки с портретом Сталина? Мне скажут: не обращайтесь внимания! Это дураки, выжившие из ума, или им заплатили гроши за эту суету вокруг пустоты.

Может быть. А может, стоит вслушаться в эти голоса? И поговорить с этими людьми? А? Они ведь тоже наш народ, и тоже потомки двух империй – той, дальней, романовской, и этой, недавней, сталинской. Это потомки рабов и надсмотрщиков, которые в генах несут тяготение к хлысту, правящему жизнью, которые готовы все стерпеть и непрерывно призывать других терпеть и смиряться. С ними надо говорить не для того, чтобы набраться их духа, нет! Для того чтобы понять: пока раздаются эти голоса (и это «пока» будет длиться довольно долго), демокра-

тия и свободное волеизъявление народа будут давать поразительный результат. Народ вроде голосует, чтобы ему же было хуже. Мы потерпим, лишь бы государству вреда не было. Да, бедствуют, да, недовольны, да, говорят – обижают нас ЧИНОВНИКИ. А особо всякие чужаки гадят, от них всё. Надо бы такого крепкого Большого хозяина, чтобы погнал их всех. За такого мы горой, вот за такого мы всё стерпим, всех порешим... и при этом мухи не обидим. Господи! Что это? Интеллигентам только и остается восклицать: «Россия, ты сошла с ума!»

И правильно ли вычеркивать из учебников истории 70 лет советской власти как черный пропуск? Так нас, школьников 40-х годов, обязывали заливать чернилами в учебнике портрет очередного арестованного бывшего вождя.

Мы ищем идейную опору для нашего народа, для себя. Мы хотим воспитать в народе и в себе патриотизм. Слова эти стерлись до полной невоспомости. Нельзя быть патриотом страны, в исто-

рии которой просто залиты черной тушью несколько поколений – жизнь отцов, дедов и прадедов тех, кто начинает жизнь сейчас. То, что было в те годы, не тогда началось и не тогда кончилось.

В эту жизнь нужно взглядеться и попытаться понять ее. Никуда не деться – это часть нашей истории. И не злые ветры занесли эти семена. Корни надо искать в нашей земле, чтобы понять самих себя.

Мне скажут: а вот другие нации... вот немцы... вот японцы... там тоже был тоталитаризм, так они..

Немцы и японцы, наверное, тоже думают о себе – ищут, находят, ошибаются, снова ищут. И мы подумаем о них – не вредно. Но в другой раз.

А сейчас разговор о нас, о нашем сегодняшнем дне и о том, как отчитаться нам перед внуками за XX век, в котором прожили мы большую часть нашей жизни.

Многоточие...

ABSTRACTS

UDC 378

Kolokoltsev V. M. Five years from certification to certification.

The analysis of a five year activity of Magnitogorsk State Technical University named after Nosov G. I.: conditions, problems, ways of development.

Table 3. Bibliogr. 4 names.

UDC 658.5

Rashnikov V. Ph. The development of JSC Magnitogorsk Iron and Steel Works as an innovative enterprise.

JSC "Magnitogorsk Iron and Steel Works" is distinguished by large production scales, the intensive growth for last years, and important innovative projects such as putting into operation a new bar-rolling plant with three mills in 2005-2006, the complete reconstruction of broad-strip mills 2000 and 2500 for hot rolling, the construction of new shops with rolling mills 5000 and 2000. As a result, the strategic innovative campaign for leading positions in the sphere of new technologies development and implementation is carried on. The improvement of metal output quality and the exploitation of new metal products, the reservation and expansion of marketing outlets, the increased production efficiency are achieved. The dynamic development of the enterprise contributes to the solution of important social problems.

Fig. 1. Table 4. Bibliogr. 3 names.

UDC 378.1

Lukyanov S. I. The scientific and innovation activity of MSTU. Approaches and decisions.

The abstract gives the approaches and decisions concerning the innovation infrastructure formation of MSTU and the results of the scientific and industrial activity at the University for 2005-2007.

Fig. 2.

UDC 669.1.013.5

Urtsev V. N., Morozov A. A., Gornostyrev U. N., Platov S. I., Gun G. S., Cornylov V. L. The initiative of the Ural scientists in the field of quantum material science.

The article gives the information on the results of ten years' jointwork of scientists from the Ural region and foreign countries in the field of quantum materiology development

Bibliogr. 3 names.

UDC 621.778.014-426:620.172.242

Chukin M. V., Gun G. S., Baryshnikov M. P., Valiev R. Z., Raab G. I. The peculiarities of rheological construction nanosteel properties.

The abstract gives the results of flatmetrical research of steel 20 and 45 with regular and nonostructures. The given statistic models reflect the indicator changes in the deformation resistance depending on the relative deformation extend and can be used in calculating wire drawing routes of the nanostructural carbon steels.

Fig. 4.

UDC 622.7/628.3

Shadrunova I. V., Orekhova N. N. The scientific and methodical interpretation of operation technologies of man-caused hydromineral deposits and disposal of copper-bearing water supplies.

To study the forming mechanisms of copper-bearing hydromineral deposits at mining plants and scientific interpretation of mechanisms of copper extracting by electrochemical methods. The Federal Education Agency entrusted State Educational Establishment of Higher Professional Education "Magnitogorsk State Technical University" with the following project: the analytical department objective program of Ministry of Education and Science "The development of the scientific potential of high education (2006-2008)" with annual amount of 2 million roubles.

The project investigates the hydrogeological peculiarities of Ural sulfur deposits, the ecological monitoring of sewage condition of industrial plants at the territory of South Ural. The technological classification of copper-bearing man-caused water supply is worked out on the basis of the given integrative classification

characteristics. The processes of metal extracting from acid sewage are studied with the help of the galvanic coagulation method. The technology of galvanic coagulation copper extraction from man-caused copper-bearing sewage of mining plants is developed with ferrites production of the given structure. It provides a high copper fraction of total mass in the sinking allowing to dispose it in the metallurgical processing.

UDC 621.778.014-426:620.172.242

Chukin M. V., Coptseva N. V., Valiev R. Z., Yakovleva I. L., Zrnik G., Covarik T. The diffraction submicroscopic analysis of the submicrocrystal and nanocrystal structure of constructional carbon steels after equal channel angle pressing and further deformation.

The forming peculiarities of the fine structure of constructional carbon steels with grades 20 and 45 of industrial castings are researched. These constructional carbon steels are subjected to heat refining, equal channel angle pressing and further drawing.

It is shown that the equal channel angle pressing forms a specific microstructure (close to the bimodal grains distribution, ultra small grains with large angle unequal boundaries, dispersive particles of the carbide phase) providing hardening in combination with a high ductility while drawing.

Fig. 11. Bibliogr. 17 names.

UDC 373.24, 373.25

Rubin G. Sh., Cornetshuk N. G., Semyonov V. P. The concept of the regional estimate system of the educational quality in the Chelyabinsk region.

The regional estimate system of the educational quality requires several points: modernization of a regional system of educational statistics, the development of integrated assessment for the quality of educational systems and the legal status of the executive authorities in the Russian Federation responsible for the control in the educational area.

Fig. 1. Bibliogr. 2 names.

UDC 378.147.88

Pykhtunova S. V. The participants of the youth scientific and innovation contest.

The abstract deals with scientific and research students' activity at State Educational Establishment of Higher Professional Education "Magnitogorsk State Technical University".

The abstract reveals the organization structure of scientific and research students' activity at the University and a short list of the main achievements in the scientific and research students' work for 5 years of the youth scientific center at MSTU.

UDC 669.1

Sysoev A. M., Bakhmet'ev V. V., Kolokoltsev V. M. The refinement and modification of steel with 110G13L complex Ti + B + Ca.

The technology of complex deoxidation, refinement and modification of special wearproof steel 110G13L is developed. It allows to improve steel liquid quality and increase operational detail wear resistance for 20% in comparison with ordinary steel details 110G13L.

Fig. 1. Table 4. Bibliogr. 2 names.

UDC 621.73

Andreev V.V., Gun G.S., Rubin G.S., Ulyanov A.G. The Research process of double-collar tire studs upsetting with using computer modelling.

The abstract gives the modeling results of technological schemes of double collar tire stud upsetting with using "Qform" software. Accumulated deformation, deformation rate intensity, strain resistance, effective stress K_{σ} , deformation work and other parameters are calculated in the full volume of deforming body in computer modeling.

Fig. 6. Bibliogr. 3 names.

UDC 669.1

Bukreev A. E., Manashev I. R., Nikiforov B. A., Bigeev V. A. New nitrogen alloys of SHS based on chrome nitride.

The analysis of production outlooks and nitrided ferroalloys application is carried out. The fundamental

disadvantages of existing technologies are shown. The method of self-propagating high-temperature synthesis (SHS) is required to obtain nitrided ferrocromium with nitrogen content more than ten percent.

Fig. 1. Bibliogr. 9 names.

UDC 621.771

Sychkov A.B. The research scale quality and its removal before the drawing of rolled wire.

The abstract shows the temperature-time relation of scale forming on the surface of rolled wire, its phase composition and conditions of full scale removal before both chemical and mechanical methods of drawing

Fig. 16. Bibliogr. 10 names.

UDC 621.771

Shmakov V. I., Salganik V. M., Pesin A. M., Zhudov V. V. The analysis of the expediency of the «technological castling» at hot rolling sheet mills at JSC «Magnitogorsk Iron and Steel Works».

The analysis of priority of metal output at JSC «Magnitogorsk Iron and Steel Works» produced at hot rolling wideband mills is carried out. The possibility and expediency of the «technological castling» priority of crossing range of market products are shown. Such «castling» makes it possible to get an economic effect of 8.2 mln rubles a month.

Fig. 1. Table 2. Bibliogr. 2 names.

UDC 621.777:669.231.7

Dovzhenko N. N., Sidelnikov S. B., Biront V. S., Rudnitsky E. A., Khodukov B. P., Stolyarov A. V. The peculiarities of jewellery alloys obtaining and treating based on palladium.

The results of searching new compounds and technological conditions of jewellery alloys treatment (850 test) are given. It is shown that the palladium fusions, alloyed by gold, silver, copper, rhodium, molybdenum possess a quite high level of flexible and strength properties allowing to get casted and deformed semi-processed materials for jewellery. The treatment technological schemes of one of new alloys are given and the manufacturing peculiarities of jewellery chains are shown.

Fig. 6.

UDC 620.179.15

Zagulyaev D.V., Philipiev R.A., Konovalov S.V., Gromov V.E. The influence of external power sources on speed of aluminum creep.

The results of experimental researches of external power sources influence on aluminum creep are given in the abstract. The external power sources include the electric potential connected with a power supply and caused by various metal contacts and a constant magnetic field.

Fig. 2. Table 2. Bibliogr. 9 names.

UDC 669.15

Sarychev A. V., Bigeev V. A., Ivin U. A., Alekseev L. V. The improvement of steel making technologies at arc furnace shop at JSC «Magnitogorsk Iron and Steel Works».

The abstract concerns some problems in steel making technologies in modern efficient arc furnace shops-180. Innovations for increasing the metal desulphuration efficiency, decreasing copper, nickel and chrome content are introduced.

Fig. 2. Table 5.

UDC 669.054.8

Sergeev S. V., Reshetnikov B. A., Chumanov I. V., Sergeev U. S. The quality and efficiency improvement of vibrating crushing of metallurgical slags.

Currently, the constructions of vibration machines lack the controlled process of destructing materials. To solve this proble, it is necessary to improve the designs of vibrators generating controlled fluctuations of various forms. A new design of crusher regulating both technological parameters and the form of power vibration fields is considered in the article.

Fig. 4. Bibliogr. 2 names.

UDC 531.43.46

Sergeev S. V., Reshetnikov B. A., Sergeev U. S. The research of dynamic loads and work durability estimation of rotor inertial vibrator drivers.

Rotor inertial systems are researched with the purpose of technological possibilities improvement of vibration machines and for increasing their service. These systems are able to decrease loads in basic units and expand the range of fluctuations parameters regulation. The estimation of their operation durability is given in accordance with the criterion of basic elements deteriorations.

Fig. 8. Bibliogr. 4 names.

UDC 669.462

Salganik V. M., Denisov S. V. The development and implementation of technology for the production of coil stock units with X60-X70 strength and more than 12 mm thick for pipes producing.

The controlled rolling technology is developed for niobium steel bars with strength of X60–X70 and more than 12 mm thick. It is suggested to use microalloyed steels with carbonitride elements with carbon content less than 0.2%, manganese – 1.2–1.8, silicium – 0.15–0.60%. The efficient regimes of controlled rolling process with speeded bars cooling and different chemical content are established due to the mathematical modeling. Finally, a concrete chemical composition is chosen taking into account the chemical content requirements, modeling results in accordance with API 5L. The corresponding standard is worked out for the implementation of the developed technology STO Magnitogorsk Iron and Steel Works 242-00.

Table 6. Bibliogr. 6 names.

UDC 622.765.063:622.333

Lavrinenko A.A., Svechnikova N.Y. The research of quantum-chemical characteristics in selection of coals flotation reagents.

The calculation of quantum-chemical characteristics of C_8H_{12} and C_8H_{16} is done to study the reactionary ability of C_8H_{12} hydrocarbons with the program Hyper Chem and Mopac in the abstract. C_8H_{12} is proved to have lower values of quantum-chemical parameters unlike C_8H_{16} . C_8H_{12} is suggested to possess a dual reactionary ability in relation to coals. The reached conclusions are confirmed by measurement results of coal wetting heats and flotation experiences.

Fig. 2. Table 2. Bibliogr. 7 names.

UDC 008:1

Ursky S. U. Sick with power.

The abstract gives philosophical speculations of power.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Covarik T. – профессор Университета Западной Богемии, г. Пльзень, Чешская республика.

Zrník G. – COMTES FHT Ltd, г. Пльзень, Чешская республика.

Алексеев Леонид Вячеславович – инженер электросталеплавильной лаборатории ЦЛК ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Андреев Валентин Викторович – аспирант кафедры металлургических и машиностроительных технологий ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», победитель конкурса У.М.Н.И.К. 2007 г.

Барышников Михаил Павлович – кандидат технических наук, доцент кафедры машиностроительных и металлургических технологий ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Бахметьев Виталий Викторович – директор ЗАО «МРК» ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Бигеев Вахит Абдрашитович – доктор технических наук, профессор кафедры металлургии черных металлов, декан химико-металлургического факультета ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Биронт Виталий Семенович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой МИТОМ института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета, г. Красноярск.

Букреев Александр Евгеньевич – аспирант кафедры металлургии черных металлов ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», победитель конкурса У.М.Н.И.К. 2007 г.

Валиев Руслан Зуфарович – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент АН РБ, научный руководитель Института Физики Перспективных Материалов, заведующий кафедрой нанотехнологий ГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет».

Горностырев Юрий Николаевич – доктор физико-математических наук, профессор, директор ЗАО «Институт квантового материаловедения», г. Екатеринбург.

Громов Виктор Евгеньевич – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой физики Сибирского государственного индустриального университета, г. Новокузнецк.

Гун Геннадий Семенович – доктор технических наук, профессор кафедры машиностроительных и металлургических технологий, Советник ректора ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Денисов Сергей Владимирович – кандидат технических наук, начальник лаборатории горячего проката ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Довженко Николай Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры обработки металлов давлением Института цветных металлов и материаловедения, проректор по инновационной деятельности Сибирского федерального университета, г. Красноярск.

Жлудов Виктор Владиславович – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры обработки металлов давлением ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Загуляев Дмитрий Валерьевич – аспирант кафедры физики Сибирского государственного индустриального университета, г. Новокузнецк.

Ивин Юрий Александрович – начальник электросталеплавильной лаборатории ЦЛК ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Колокольцев Валерий Михайлович – доктор технических наук, профессор, ректор ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Коновалов Сергей Валерьевич – кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры физики Сибирского государственного индустриального университета, г. Новокузнецк.

Копцева Наталья Васильевна – кандидат технических наук, профессор кафедры материаловедения и термической обработки металлов ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Корнешук Нина Геннадьевна – кандидат педагогических наук, доцент, помощник Первого проректора ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный университет», исполнительный директор АНО «Южно-Уральский центр мониторинга системы образования».

Корнилов Владимир Леонидович – кандидат технических наук, заместитель начальника ЦЛК ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Лавриненко Анатолий Афанасьевич – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ИПКОН РАН, г. Москва.

Лукьянов Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, проректор по инновационным технологиям и инвестициям ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Манашев Ильдар Рауэфович – аспирант кафедры металлургии черных металлов ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», победитель конкурса У.М.Н.И.К. 2007 г.

Морозов Андрей Андреевич – доктор экономических наук, кандидат технических наук, депутат Государственной Думы РФ.

Никифоров Борис Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры машиностроительных и металлургических технологий, Советник ректора ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Орехова Наталья Николаевна – ответственный исполнитель гранта, кандидат технических наук, доцент кафедры обогащения полезных ископаемых ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Песин Александр Моисеевич – доктор технических наук, профессор кафедры обработки металлов давлением ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Платов Сергей Иосифович – доктор технических наук, профессор, первый проректор ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», заведующий кафедрой «Машины и технологии обработки давлением».

Пыхтунова Светлана Викторовна – кандидат технических наук, директор Молодежного центра ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Рааб Георгий Иосифович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией технологий ИПД Института Физики Перспективных Материалов ГОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет».

Рашников Виктор Филиппович – доктор технических наук, Президент ООО «Управляющая компания ММК», Председатель Совета директоров ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», профессор кафедры обработки металлов давлением ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Решетников Борис Александрович – кандидат технических наук, профессор, заместитель директора по учебной работе ГОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет», филиал в г. Златоусте.

Рубин Геннадий Шмульевич – кандидат технических наук, и.о. доцента кафедры машиностроительных и металлургических технологий ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», АНО «Южно-Уральский центр мониторинга системы образования».

Рудницкий Эдвард Анатольевич – аспирант кафедры обработки металлов давлением института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета, г. Красноярск.

Салганик Виктор Матвеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой обработки металлов давлением, декан факультета технологий и качества ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Сарычев Александр Валентинович – кандидат технических наук, начальник технологического управления ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Свечникова Наталья Юрьевна, ассистент кафедры химической технологии неметаллических материалов и физической химии ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Семенов Владимир Петрович – кандидат технических наук, профессор, ректор ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный университет», директор АНО «Южно-Уральский центр мониторинга системы образования».

Сергеев Сергей Васильевич – кандидат технических наук, профессор ГОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет», филиал в г. Златоусте.

Сергеев Юрий Сергеевич – аспирант ГОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет».

Сидельников Сергей Борисович – доктор технических наук, профессор кафедры обработки металлов давлением института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета, г. Красноярск.

Столяров Александр Валентинович – заведующий лабораторией ювелирных технологий кафедры обработки металлов давлением института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета, г. Красноярск.

Сысоев Андрей Михайлович – аспирант кафедры электрометаллургии и литейного производства ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», победитель конкурса У.М.Н.И.К. 2007 г.

Сычков Александр Борисович – доктор технических наук, заместитель начальника технического отдела совместного закрытого акционерного общества «Молдавский металлургический завод», г. Рыбинск, Молдавия.

Ульянов Антон Григорьевич – студент 5-го курса кафедры металлургических и машиностроительных технологий ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», победитель конкурса У.М.Н.И.К. 2007 г.

Урцев Владимир Николаевич – президент Фонда науки и образования «ИНТЕЛС».

Филиппьев Роман Анатольевич – аспирант кафедры физики Сибирского государственного индустриального университета, г. Новокузнецк.

Ходюков Борис Петрович – заместитель технического директора ОАО «Красноярский завод цветных металлов им. В.Н. Гулидова».

Чукин Михаил Витальевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой машиностроительных и металлургических технологий ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Чуманов Илья Валерьевич – доктор технических наук, профессор, проректор по учебной работе ГОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет».

Шадрунова Ирина Владимировна – научный руководитель гранта, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ИПКОН РАН, г. Москва.

Шмаков Владимир Иванович – кандидат экономических наук, вице-президент ООО «Управляющая компания ММК» по финансам и экономике, г. Магнитогорск.

Юрский Сергей Юрьевич – народный артист России, режиссер, писатель, философ, г. Москва.

Яковлева Ирина Леонидовна – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории материаловедения Института физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Мы приглашаем Вас к участию в нашем журнале в качестве авторов, рекламодателей и читателей.

Журнал формируется по разделам, отражающим основные направления научной деятельности ученых МГТУ, в частности:

- РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.
- МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ, ЦВЕТНЫХ И РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ.
- ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ.
- ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО
- ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ.
- МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ.
- СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ.
- МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.
- НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ.
- ЭНЕРГЕТИКА МЕТАЛЛУРГИИ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ.
- УПРАВЛЕНИЕ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ.
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ.
- ЭКОЛОГИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ.
- ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И РЫНОК ПРОДУКЦИИ.
- СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ, ПОДГОТОВКА И ОБУЧЕНИЕ СПЕЦИАЛИСТОВ.
- ИНФОРМАЦИЯ и др.

Раздел «Новые исследования» или «Краткие сообщения» предназначен для оперативной публикации работ преимущественно аспирантов. В журнал входят учебно-методический и библиографический разделы.

Общее количество разделов и их объем может варьироваться от номера к номеру.

ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, ПРИНИМАЕМЫМ К ПУБЛИКАЦИИ

I. Рекомендуемый объем статьи – 6–8 стр.

К статье прилагаются:

- 1) акт экспертизы;
- 2) сведения об авторах (на английском и русском языках): полное название учреждения, фамилия, имя, отчество, ученая степень, направление исследований, звание и должность, контактный телефон и E-mail;
- 3) реферат на английском и русском языках по следующему образцу (~200 знаков):

UDC 622.27

Ivanov I.I., Petrov P.P. Development of gold-ore deposits extraction systems // Vestnik MSTU named after G.I. Nosov. 2007. № 3. P. ??-??

The method of sloping is represented...

Fig. 2. Table 2. Bibliogr. 7 names.

4) рецензия.

II. Текст статьи, сведения об авторах и реферат представляются на электронном носителе в виде файла, созданного средствами Microsoft Word, и распечаткой на стандартных листах бумаги формата А4.

При наборе статьи в Microsoft Word рекомендуются следующие установки:

1) **шрифт** – **Times New Roman**, размер – 14 пт, межстрочный интервал – одинарный, перенос слов –

автоматический;

2) при вставке **формул** использовать встроенный редактор формул **Microsoft Equation** со стандартными установками;

3) **рисунки и фотографии**, вставленные в документ, должны быть четко выполнены, допускать перемещение в тексте и возможность изменения размеров (толщины линий и размеры обозначений должны обеспечивать четкость при уменьшении рисунка до рациональных размеров). Рисунки предоставлять в виде распечатки на стандартных листах бумаги формата А4 и отдельным файлом в формате *.TIF, *.JPG, с разрешением **300 dpi**, В&W – для черно-белых иллюстраций, Grayscale – для полутонов, максимальный размер рисунка с подписью – 150×235 мм. **Схемы, графики** выполняются во встроенной программе MS Word или MS Excel, с приложением файла. В тексте статьи должны быть подрисовочные надписи в местах размещения рисунков. Например:

Рис. 4. Расчётная зависимость $\gamma(t)=I_{nv}/I_{no}$ от времени и удалённости КЗ от выводов асинхронного двигателя

Внимание! Публикация статей является бесплатной. Преимущество опубликования представляется авторам и учреждениям, оформившим подписку на журнал.

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. Магнитогорский государственный технический университет, Редколлегия журнала «Вестник МГТУ» М. Чукину.

Телефоны: (3519) 29-85-12, 29-85-17.

Факс (3519) 22-41-46.

E-mail: rio@mail.ru; mgtu@magtu.ru; nis@magtu.ru (с указанием темы сообщения «Вестник МГТУ»).