

## От редакции

Научная школа МГТУ им. Г.И. Носова «Развитие теории и технологии инновационных процессов получения и обработки изделий из перспективных, композиционных наноструктурных материалов» усилиями нескольких поколений магнитогорских ученых специальности «Обработка металлов давлением» заняла достойное место в мировой науке. Имена ученых старшего поколения – Г.Э. Аркулиса, М.И. Бояршинова, В.В. Мельцер-Шафрана, В.А. Курдюмовой, нынешних «ветеранов»-прокатчиков – Г.С. Гуна, В.Л. Стебляно, В.Ф. Рашникова, В.М. Салганика, С.А. Тулупова, В.Г. Дорогобида, В.А. Харитонов, молодых талантливых – М.В. Чукина, И.Г. Гуна, О.Н. Тулупова, А.М. Песина, И.Ю. Мезина, «новоиспеченных» докторов – И.А. Михайловского, А.Б. Моллера и многих других, включая авторов статьи, хорошо известны в настоящее время научной общественности своими достижениями.

Две кафедры МГТУ им. Г.И. Носова, выпускающие специалистов по обработке металлов давлением, неоднократно занимают первые-вторые места в российском рейтинге профессиональных специальностей вузов; широко известны практические разработки магнитогорцев, внедренные на Магнитогорском металлургическом комбинате и других предприятиях отрасли. В 2013 году в Институте металлургии, машиностроения и материалобработки МГТУ создан научно-исследовательский институт металлургических технологий и обработки материалов давлением, который возглавил профессор Салганик В.М.

УДК 621.771.23

## РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ И ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Салганик В.М.<sup>1</sup>, Чикишев Д.Н.<sup>1</sup>, Денисов С.В.<sup>1</sup>, Полецков П.П.<sup>1</sup>, Румянцев М.И.<sup>1</sup>, Куницын Г.А.<sup>2</sup><sup>1</sup> Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Россия<sup>2</sup> Магнитогорский металлургический комбинат, Россия

**Аннотация.** Представлена характеристика совместной научной деятельности прокатчиков Магнитогорского металлургического комбината и Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова и ее инновационная направленность. Выделены наиболее значимые результаты, достигнутые листопрокатчиками в теории и технологии. Рассмотрены наиболее крупные внедренные разработки. Показаны перспективы развития совместной научной деятельности МГТУ с ММК.

**Ключевые слова:** научная деятельность, прокатка, инновационный процесс, теория, технология производства, внедрение, перспектива развития, модель технологического процесса, трубная заготовка, высокопрочный прокат, стан 5000, стан 2000.

### Введение

Развитие науки, в том числе связанной с листовой прокаткой, идет различными путями и зависит от многих факторов и их взаимодействий. На интенсивность и плодотворность такого развития сильное влияние оказывают злободневные процессы – такие как строительство новых объектов листовой прокатки, неотвратимая разработка инновационных решений, поддержка науки финансово обеспеченными и властными структурами. Все эти факторы налицо в прогрессе листовой прокатки. Здесь играют свою значимую роль уникально большие и важные производственные объекты, современность производимого сортамента, наличие большого научного задела для прогресса научных разработок. Указанные факторы свидетельствуют о том, что научный базис того или иного технологического процесса прогрессирует не случайным путем, а опирается на четкие критерии. Среди них важную роль играет сформировавшаяся потребность в соответствующих научных разработках, возможность их финансирования и совместный интерес к становлению такой мощной отрасли промышленности, как листовая прокатка.

В развитии научной деятельности важную роль иг-

рает необходимость соответствующего развития, которая диктуется самым веским аргументом – большими затратами на всех стадиях производственного цикла: от выдачи технического задания на создание цеха до пуска оборудования в работу. Научно-исследовательская деятельность прокатчиков МГТУ проходит в тесном взаимодействии со специалистами ОАО «ММК» и отличается инновационной целенаправленностью и ориентацией на выпуск наиболее прогрессивной и прибыльной продукции, которую зачастую можно отнести к эксклюзивной (см. **рисунок**) [1-2].

Движущей силой, побуждающей к интенсивной научной работе, является, с одной стороны, высокий внутренний научный уровень, который создавался, развивался и внес свой материальный вклад в производство за счет чисто научных наработок. Другой побудительный мотив научного развития – это внешние условия: необходимость эффективной эксплуатации на основе новейших технологий современного технологического оборудования. В этом случае наука действует как бы извне, подталкивая к инновационному решению новые цехи.

Конечно, в научных достижениях колоссальную роль играют люди – их квалификация, активность, смелость в поиске и применении новых процессов.

Таким образом, комплексное взаимодействие внутренних и внешних факторов – залог движения вперед и освоения новейших технологий. Достижимые при этом значимые результаты разнообразны и многоплановы. В том числе и наработки магнитогорских прокатчиков имеют значимые многообразные выходы.



**Структура совместной научной деятельности прокатчиков МГТУ и ММК**

Отдельно надо сказать о серьезной роли моделей и моделировании в научных достижениях. Традиционно уже более 60 лет кафедра ОМД и специалисты-прокатчики строили, совершенствовали, программировали модели технологических процессов и, как результат, выполняли эффективное моделирование. Без моделирования в настоящее время не выполняется ни одна серьезная работа. Моделирование используется как общая методология познания. В нашем случае – познание всех нюансов и особенностей листопрокатного производства.

Если в прошлые годы моделирование, как правило, ограничивалось энергосиловыми параметрами, геометрией, то в последнее время моделированию подвергают научные и фундаментальные основы процесса деформирования. С этим связаны и изучение структуры материалов, эволюция структуры, роль фазовых превращений и термокинетических диа-

грамм. Получается так, что по мере движения науки вперед, с одной стороны, раскрываются производственные факторы, определяющие успех процесса, а с другой – приходится вникать в фундаментальные процессы и их развитие, без знания которых невозможно построить уникально развитые агрегаты.

Достижения науки и ее развитие в Магнитогорске определяется рядом взаимодействующих факторов.

**1. Кадры.** Магнитогорский дивизион прокатчиков имеет сильных, грамотных сотрудников с большим опытом научных исследований. К ним относятся: во-первых, руководитель всей научно-производственной деятельности, Председатель Совета директоров ОАО «ММК», д-р техн. наук, профессор Виктор Филиппович Рашников. Далее нужно назвать ведущих ученых-прокатчиков – советника ректора, д-ра техн. наук, профессора Г.С. Гуна; зав. кафедрой ММТ, д-ра техн. наук, профессора М.В. Чукина; зав. кафедрой ОМД, д-ра техн. наук, профессора В.М. Салганика; работников ОАО «ММК», д-ров техн. наук С.В. Денисова, начальника ЦЛК, Г.А. Куницына, зам. начальника ЛПЦ-3 и их коллег с кафедры ОМД МГТУ – О.Н. Тулупова, А.Б. Моллера, А.М. Песина, П.П. Полецкова, М.И. Румянцева, Н.Г. Шемшурову и др. Эти коллеги имеют собственные многолетние наработки, которые служат исходными данными для действующих и новых работ [3-4]. Наряду с этими маститыми учеными активно работает та молодежь, которая только начинает свой путь в науку. Это кандидаты технических наук Чикишев Д.Н., Синицкий О.В., Локотунина Н.М., Бережная Г.А., Пустовойтов Д.О., Левандовский С.А., Кинзин Д.И. и др.

**2. Технологическое развитие.** Питательной средой для активной научной работы является авангардное развитие комбината с использованием таких новейших технологий, как толстолистовой стан 5000, цех высокопрочного автомобильного листа со станом 2000, агрегатов покрытий и др. Эксплуатация этого оборудования постоянно ставит сложные вопросы наиболее эффективного его использования, которые должны решать молодые научные сотрудники в содружестве со специалистами ОАО «ММК». При этом широко используется математическое моделирование процессов, а вместе с ним и модели технологических операций в широком диапазоне параметров [5-6].

**3. Насущные потребности в инновационных решениях, их разработке и реализации.** Исследование технологических проблем применительно к современным станам и процессам – это лучший тренинг в области технологий, поиске предпочтительных режимов работы агрегатов и, наконец, получении грантов, именных стипендий, дипломов и других форм

поощрения плодотворной научной работы.

**4. Результаты.** Назовем некоторые наиболее эффективные результаты плодотворной научной деятельности содружества ученых и производственников.

Применительно к стану 5000 – это освоение производства трубных заготовок, мостостроительных профилей, судостали и многих других новых видов продукции. Аналогично по стану 2000 получен высококачественный прокат по механическим свойствам, свариваемости, хладостойкости, не имеющий аналогов в нашей стране [7-8].

Выполнены исследования в рамках программы освоения производства в ОАО «ММК» холоднокатаного проката для автомобилестроения из высокопрочных марок стали. На основе обобщенного алгоритма автоматизированного проектирования режимов прокатки была создана комплексная математическая модель и компьютерная программа для определения энергосиловых параметров, производительности процесса и показателей качества продукции на непрерывных и реверсивных станах холодной прокатки ОАО «ММК». В дальнейшем указанные разработки использовали при освоении первой очереди комплекса холодной прокатки 2000. С применением модернизированной компьютерной программы автоматизированного проектирования были разработаны варианты режимов прокатки в НАТП полос различного размерно-марочного сортамента, а также выявлены рациональные сочетания суммарного обжатия и скорости прокатки на стане 2000 ЛПЦ-11 ОАО «ММК» полос из марок стали различных групп прочности [9-10].

Все это представляет собой широчайшее поле для разнообразных научных разработок, имеющих не только познавательное, но и многогранное практическое применение для промышленных нужд.

#### Закключение

Таким образом, в Магнитогорске сложился действующий высокоэффективный организм современных ученых – маститых и начинающих, молодых и пожи-

лых, преданных избранному пути и не изменяющих этому выбору. Их плодотворное сотрудничество, конечно, будет развиваться, решая теоретические и прикладные проблемы, отвечая на вопросы производства, применяя новейшие методики и алгоритмы.

Работать в этом коллективе интересно. Интересно ставить и решать сложные задачи, получать уникальные результаты. Будем продолжать эту сложную, тяжелую, но благородную работу для России и россиян.

#### Список литературы

1. Салганик В.М., Чукин М.В. История развития и основные направления деятельности магнитогорской школы обработки металлов давлением // Черные металлы. 2011. Спец. выпуск. С. 21-25.
2. Основные направления деятельности научных школ прокатчиков Магнитогорска / В.Ф. Рашников, В.М. Салганик, Г.С. Гун, М.В. Чукин // Труды восьмого конгресса прокатчиков (Магнитогорск, 11-15 октября 2010 г.). Москва, 2010. Т.1. С. 479-490.
3. Салганик В.М. Кафедра обработки металлов давлением – образовательная и научная деятельность // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: междунар. сб. науч. тр. / под ред. В.М. Салганика. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. С. 5-8.
4. Салганик В.М. История развития и основные направления деятельности кафедры обработки металлов давлением // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: межрегион. сб. науч. трудов. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. С. 5-13.
5. Полецков П.П., Салганик В.М. Улучшение профиля и плоскостности тонколистового проката. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 82 с.
6. Песин А.М., Салганик В.М., Чикишев Д.Н. Развитие теории и технологии получения деталей крупногабаритных тел вращения. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. 102 с.
7. Салганик В.М., Денисов С.В. Технология широкополосной горячей прокатки полос с повышенными эксплуатационными свойствами для металлических конструкций. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. 81 с.
8. Повышение качества проката из трубных сталей путем минимизации подгибки концов толстых листов / В.М. Салганик, С.В. Денисов, Д.Н. Чикишев, П.А. Степанов, А.В. Шмаков, А.В. Фомичев // Металлы. 2013. №6. С. 46-53.
9. Румянцев М.И. Методика разработки режимов листовой прокатки и ее применение // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2003. №3. С. 16-18.
10. Сравнение методов прогнозирования деформационного упрочнения металла при автоматизированном проектировании режимов холодной прокатки / М.И. Румянцев, И.Г. Шубин, В.С. Митасов, В.В. Насонов и др. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2012. №2. С. 55-58.

#### INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

#### THE DEVELOPMENT OF INNOVATION ROLLING PROCESS THEORY AND TECHNOLOGY

**Salganik Viktor Matveyevich** – D.Sc. (Eng.), Professor, Head of Metal Forming Department, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: 8 (3519) 23-20-85. E-mail: omd@magtu.ru.

**Chikishev Denis Nikolayevich** – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: 29-85-25. E-mail: chikishev\_denis@mail.ru.

**Denisov Sergey Vladimirovich** – D.Sc. (Eng.), Head of the Central Control Laboratory OJSC «Magnitogorsk Iron and Steel Works», Russia. E-mail: denisovservl@yandex.ru.

**Poletskov Pavel Petrovich** – D.Sc. (Eng.), Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: 8 (3519) 29-85-25. E-mail: pavel\_poletskov@mail.ru.

**Rumyantsev Mikhail Igorevich** – Ph.D. (Eng.), Professor, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia. Phone: 8 (3519) 29-85-70. E-mail: mihigrum@mail.ru.

**Kunitsyn Gleb Aleksandrovich** – D.Sc. (Eng.), Deputy Head of Rolling Shop -3 OJSC «ММК», Russia. E-mail: kunicyn\_gleb@mail.ru.

**Abstract.** The characteristic of cooperative research activities of OJSC MMK-MSTU rollermen and its innovative orientation is presented. Most significant results in theory and technology achieved by sheet rolling specialists are specified. The largest developments which were introduced in the metallurgical industry have been considered. The prospects of cooperative research and development activities between MSTU and MMK are illustrated.

**Keywords:** scientific activity, rolling, innovation process, theory, production technology, implementation, development perspective, model of technological process, pipe billet, high strength rolled steel, mill 5000, mill 2000.

#### References

1. Salganik V.M., Chukin M.V. Istoriya razvitiya i osnovnyye napravleniya deyatel'nosti magnitogorskoy shkoly obrabotki metallov davleniyem [History of development and main activities of Magnitogorsk Metal Forming School]. *Chernyye metally* [Ferrous metals], 2011, Special Issue, pp. 21-25.
2. Rashnikov V.F., Salganik V.M., Gun G.S., Chukin M.V. Osnovnyye napravleniya deyatel'nosti nauchnykh shkol prokatchikov Magnitogorska [The main activities of Magnitogorsk scientific schools of rolling specialist]. *Trudy vos'mogo kongressa prokatchikov* [Proceedings of the eighth Congress of rolling specialist]. Moscow, 2010, vol. 1, pp. 479-490.
3. Salganik V.M. Kafedra obrabotki metallov davleniyem – obrazovatel'naya i nauchnaya deyatel'nost' [Department of metal forming – educational and scientific activities]. *Modelirovaniye i razvitiye protsessov obrabotki metallov davleniyem* [Modeling and development of metal forming processes]: Intern. collection of scientific papers. Ed. V.M. Salganik. Magnitogorsk: Publ. Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2012, pp. 5-8.
4. Salganik V.M. Istoriya razvitiya i osnovnyye napravleniya deyatel'nosti kafedry obrabotki metallov davleniyem [History and main activities of the Department of Metal Forming]. *Modelirovaniye i razvitiye protsessov obrabotki metallov davleniyem* [Modeling and development of metal forming processes]: Interregional collection of scientific papers. Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2009, pp. 5-13.
5. Poletskov P.P., Salganik V.M. *Uluchsheniye profilya i ploskostnosti tonkolistovogo prokata* [Improving the profile and flatness of rolled products]. Magnitogorsk: Publ. Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2013, 82 p.
6. Pesin A.M., Salganik V.M., Chikishev D.N. *Razvitiye teorii i tekhnologii polucheniya detaley krupnogabaritnykh tel vrashcheniya* [Development of theory and technology of large parts rotational bodies]. Magnitogorsk: Publ. Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2010, 102 p.
7. Salganik V.M., Denisov S.V. *Tekhnologiya shirokopolosnoy goryachey prokatki polos s povyshennymi ekspluatatsionnymi svoystvami dlya metallicheskiy konstruktsiy* [Technology of hot strip rolling with improved performance properties for metal construction]. Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2008, 81 p.
8. Salganik V.M., Denisov S.V., Chikishev D.N., Stekanov P.A., Shmakov A.V., Fomichev A.V. *Povysheniye kachestva prokata iz trubnykh staley putem minimizatsii podgibki kontsov tolstykh listov* [Improving the quality of pipe rolled steel by minimizing the ends hem of plates]. *Metally* [Metals], 2013, no. 6, pp. 46-53.
9. Rumyantsev M.I. Metodika razrabotki rezhimov listovoy prokatki i yeye primeneniye [Methods of development sheet rolling modes and its application]. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University], 2003, no. 3, pp. 16-18.
10. Rumyantsev M.I., Shubin I.G., Mitsov V.S., Nasonov V.V. *Sravneniye metodov prognozirovaniya deformatsionnogo uprochneniya metalla pri avtomatizirovannom proyektirovani rezhimov kholodnoy prokatki* [Comparison of methods for predicting the strain hardening of the metal at the automated designing modes of cold rolling]. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova* [Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University], 2012, no. 2, pp. 55-58.