



## РОЛЬ БЕЛОРУССКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В ФОРМИРОВАНИИ ЛИТЕЙНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА БЕЛАРУСИ

В настоящее время Республика Беларусь характеризуется высоким уровнем развития машиностроения и авто-тракторостроения, которые во многом определяют социально-экономическое развитие страны. Именно на эти отрасли приходится основное количество производимых отливок, что способствовало развитию литейно-металлургического производства. Как результат, сегодня Беларусь занимает четвертое место среди стран СНГ по объему выпуска металлургической продукции, пропуская исторически гигантов данной отрасли, таких, как Российскую Федерацию, Украину и Казахстан. В последние годы выпуск литых заготовок в республике стабилизировался, а рост конкуренции на рынке литых заготовок вызывает необходимость внедрения новых прогрессивных технологий литья. Кроме того, важной задачей заготовительного производства, к которому относится литейное, является освоение получения отливок, которые ранее не отливали в республике, а только импортировали. Например, крупные стальные отливки для вагоностроения.

Необходимость подготовки кадров для металлургического комплекса стимулировала более 50 лет назад создание в Белорусском национальном техническом университете (в то время Белорусский политехнический институт) механико-технологического факультета (МТФ). На этом факультете осуществляется подготовка инженерных и научно-педагогических кадров для металлургии и литейного производства, а также в области обработки металлов давлением, сварки, материаловедения, порошковых композиционных материалов, процессов термической обработки металлов и сплавов. За многолетнюю историю на факультете подготовлено более 10 000 специалистов как для нужд народного хозяйства страны, так и для зарубежных стран.

В развитие и становление факультета большой вклад внесли деканы А. М. Дмитриевич (1958-1964), В. С. Пашенко (1964-1976), Б. В. Бабушкин (1976—



Ф. И. Пантелеенко, член-корреспондент НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф.



А. С. Калиниченко, д-р техн. наук, проф.

1985), В. М. Королев (1985-2003). С 2003 г. факультет возглавляет Н. И. Иваницкий.

Достижения факультета неразрывно связаны с именами известных ученых и организаторов высшего технического образования: академиков В. П. Северденко, О. В. Романа, А. В. Степаненко, П. А. Витязя, Г. А. Анисовича, основателя школы теплофизики в литейном производстве члена-корреспондента А. И. Вейника, члена-корреспондента Ф. И. Пантелеенко, докторов технических наук В. И. Беляева, Е. И. Вельского, Л. С. Ляховича, Д. Н. Худоковича, В. И. Тутова и др.

Сегодня 80% докторов наук республики в области металлургии и литейного производства работают в БНТУ.

Структура факультета включает в себя кафедры и научно-исследовательские лаборатории. Выпускающие кафедры непосредственно связаны с подготовкой инженеров для литейно-металлургического комплекса: «Машины и технология литейного производства» (заведующий - доктор технических наук, профессор Д. М. Кукуй), «Металлургия литейных сплавов» (заведующий - доктор технических наук, профессор Б. М. Немененок), «Металлургические технологии» (заведующая - доктор технических наук, профессор И. А. Трусо-

ва), «Порошковая металлургия, сварка и технология материалов» (заведующий - кандидат технических наук, доцент А. С. Снарский), «Машины и технология обработки металлов давлением» (заведующий - доктор технических наук, профессор К. Е. Белявин), «Материаловедение в машиностроении» (заведующий - доктор технических наук В. М. Константинов).

Самой первой кафедрой, где началась подготовка специалистов для литейных предприятий, была кафедра «Машины и технология литейного производства», основанная в 1954 г., а выпуск первых в Беларуси литейщиков состоялся в 1959 г.

В настоящее время на кафедре работают 6 докторов и 12 кандидатов технических наук. Кафедра подготовила более 2200 инженеров, многие из которых стали известными специалистами и учеными, формирующими научно-техническую политику в области литейного производства не только в Беларуси, но и за ее пределами. Это академик НАН Беларуси А. А. Михалевич, директор Института технологии металлов НАН Беларуси академик НАН Беларуси Е. И. Марукович, доктора наук Д. М. Кукуй, Н. А. Свидунович, В. Ф. Соболев, А. Н. Чичко, А. С. Калиниченко, Ри Хосен (Хабаровский политехнический институт), И. П. Волчок (Запорожский национальный технический университет) и др.

Большое количество выпускников кафедры работают на РУП «МТЗ», РУП «МАЗ», ВАЗ, КАМАЗ, Челябинском тракторном заводе, в Украине, Казахстане, Германии, Венгрии, Польше, Чехии, Словакии и других странах.

В середине 60-х годов кафедра помогла в становлении двух учебных подразделений: аналогичной кафедры в Гомельском техническом университете им. П. О. Сухого и кафедры «Металлургия литейных сплавов» нашего вуза.

В настоящее время кафедра обладает современными лабораториями, оснащенными новой техникой и программными продуктами. Кафедра поддерживает международные связи с польскими, чешскими, немецкими, французскими, австрийскими литейщиками. Сотрудники и студенты кафедры принимают активное участие в международных конференциях и выставках.

Выпускники кафедры защитили более 70 кандидатских и 12 докторских диссертаций.

В настоящее время, когда особенно обострился вопрос с подготовкой инженерных кадров современной формации, кафедра сформировала новые направления своей деятельности: «САПР литейного производства» и «Международный маркетинг и менеджмент в металлургическом производстве».

Кафедра заслуженно занимает ведущее место в стране не только в вопросах подготовки кадров, но и как научный центр в области современных технологий литейного производства.

Значительное место в подготовке инженеров-металлургов занимает кафедра «Металлургия литейных сплавов».

Кафедра «Металлургия литейных сплавов» является преемницей кафедры «Литейное производство черных и цветных металлов», организованной в 1969 г. Первый выпуск инженеров-металлургов состоялся в 1971 г. За годы работы кафедра подготовила 1410 специалистов в области металлургии и литейного производства, в том числе более 40 инженеров для 11 иностранных государств.

Значительное количество выпускников кафедры работало и работает на руководящих должностях и главными специалистами крупных промышленных предприятий. Выпускниками кафедры защищены одна докторская (Б. М. Немененок) и 28 кандидатских диссертации.

Ряд научно-исследовательских разработок кафедры получили всеобщую признательность и высокую оценку правительства. За разработку и внедрение нового технологического процесса производства высококачественного алюминиевого литья с использованием в шихте вторичных сплавов д-р техн. наук Д. Н. Худокормов и канд. техн. наук А. М. Галушко удостоены Государственной премии БССР. Работа д-р техн. наук В. И. Тутова по исследованию, разработке и внедрению непрерывного горизонтального литья чугуна отмечена премией Совета Министров СССР. Исследования по разработке высокоэффективных техпроцессов производства ответственного литья из высокопрочного чугуна канд. техн. наук С. Н. Лекаха отмечены премией ВЛКСМ.

Основные научные исследования кафедры направлены на создание экологически чистых ресурсосберегающих технологий рафинирования и модифицирования литейных сплавов при получении качественного литья.

В своей работе кафедра и лаборатории успешно сотрудничают с научными организациями и промышленными предприятиями Республики Беларусь, Российской Федерации, Украины, Словакии. Разработки кафедры внедрены на многих предприятиях России: ПО «ЧЗПТ», «Калужское моторостроительное объединение», АМО «ЗИЛ», ОАО «Брянский машиностроительный завод», ОАО «КЭМЗ» (г. Ковров), ОАО «Металлист - Пермские моторы», ОАО «У\З» и др. Расширение научно-технических связей кафедры с предприятиями и организациями России подтверждает вы-

сокий уровень научных и технологических разработок.

Самым молодым в БНТУ подразделением, работающим в литейно-металлургической области, является кафедра «Металлургические технологии», организованная в мае 2000 г. в рамках Учебно-научно-производственного объединения «БГПА-РУП «БМЗ».

Основой создания кафедры явилось, прежде всего, то, что с 1988 г. успешно функционировала комплексная научно-производственная лаборатория «Проблемы металлургического производства», созданная д-р техн. наук, профессором В. И. Тимошпольским. Значительные научные и учебно-педагогические успехи кафедры «Металлургические технологии» отражены в опубликованных сотрудниками кафедры и лаборатории 12 монографиях, 5 учебниках, 3 учебных пособиях, 3 справочниках, сотнях статей в ведущих журналах. Подготовлены три доктора технических наук, 18 кандидатов наук.

Научно-исследовательские разработки кафедры «Металлургические технологии» получили высокую оценку правительства Республики Беларусь. В 1988 г. за освоение первой очереди РУП «Белорусский металлургический завод» В. И. Тимошпольский, И. А. Трусова совместно с группой сотрудников РУП «БМЗ» удостоены почетного звания лауреата премии Ленинского комсомола БССР. В 1998 г. авторскому коллективу (В. И. Тимошпольскому, А. Б. Стеблову и И. А. Трусовой) присуждена Государственная премия РБ в области науки и техники за цикл научных работ «Теория высокотемпературных энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов в машиностроении и металлургии».

В настоящее время в составе кафедры три доктора технических наук, пять кандидатов технических наук.

Основное направление научно-исследовательской деятельности - стратегия развития металлургического комплекса, теория и технология металлургических процессов. Создана белорусская научная школа в области высокотемпературных процессов и объектов металлургического производства.

Кафедра оснащена современной компьютерной техникой, которая активно используется при проведении учебных занятий со студентами факультета.

В ноябре 1955 г. в Белорусском политехническом институте (БПИ) была организована кафедра «Технология металлов», одним из направлений которой стало новое для Беларуси направление - по-

рошковая металлургия, позволяющая создавать наукоемкие многокомпонентные композиционные материалы с уникальными свойствами, а также изготавливать в массовом производстве детали сложной формы ресурсосберегающими технологиями без дополнительной или минимальной механической обработки. Бессменным руководителем кафедры с 1955 по 1989 г. являлся О. В. Роман - ныне советник ГНПО порошковой металлургии, академик НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники БССР, лауреат Государственной премии БССР и премии Совета Министров СССР.

Уже через год после создания (1956-1957 гг.) при кафедре была организована небольшая лаборатория, в которой начали работать сотрудники кафедры, учебно-вспомогательный персонал, а также студенты старших курсов.

В 1960 г. лаборатория порошковой металлургии БПИ была переведена в состав научно-исследовательского сектора и получила статус Центральной базовой лаборатории порошковой металлургии (Приказ Минвуза БССР № 627 от 23.09.1960). Был определен штат лаборатории в 40 единиц и затем создан Научно-технический совет под председательством заведующего кафедрой О. В. Романа, который являлся также научным руководителем лаборатории. В состав совета вошли не только сотрудники кафедры и факультета, но и ведущие производственники. На должность заведующего лабораторией был переведен главный инженер завода «Ударник» М. Я. Куцер. Датой создания базовой лаборатории принято считать датой рождения порошковой металлургии в Беларуси. На базе этой лаборатории в 1972 г. постановлением Совета Министров БССР № 272 от 07.09.72 был создан Научно-исследовательский институт порошковой металлургии. Академик О. В. Роман в настоящее время является советником ГНПО ПМ.

В 1961-1962 гг. на кафедре появились первые аспиранты: Л. Н. Афанасьев, А. П. Богданов, Л. С. Богинский, П. А. Витязь, Е. А. Дорошкевич, Г. М. Жданович, В. И. Зинкевич, В. Н. Ковалевский, Н. С. Назаров, В. Е. Перельман, П. И. Скоков.

Сотрудники лаборатории и кафедры «Технология металлов» БПИ проходили научные стажировки в США, Швеции, Англии, Франции, Финляндии, Австрии, Италии, Югославии, принимали участие и выступали с докладами на международных конференциях порошковой металлургии в США, Канаде, Чехословакии, ГДР и других странах. Инженеры лаборатории не только учились, но и учили других. В 1961-1962 гг. спроектировали и помогли создать цех электроконтактных изделий на Риж-

ском электромеханическом заводе (в основном эту работу возглавлял доцент Л. А. Рапопорт).

В 1967-1969 гг. О. В. Роман читал лекции и организовывал первую в Индии лабораторию порошковой металлургии в Индийском технологическом институте в г. Кхарагпуре (120 км от Калькутты).

Ведущие сотрудники кафедры «Технология металлов», лаборатории активно вели подготовку научных работников высшей квалификации: О. В. Роман (в области импульсного формирования металлических порошков); П. А. Витязь (в области пористых материалов и функциональных защитных покрытий); В. И. Беляев (в области сварки взрывом); Д. И. Худокормов (в области термообработки порошковых материалов); Л. А. Рапопорт (в области фрикционных и антифрикционных материалов); М. Я. Куцер (в области конструкционных порошковых материалов). Среди их учеников, ставшие в последствие докторами наук, Л. С. Богинский, Е. А. Дорошкевич, В. С. Горобцов, В. М. Горохов, А. Ф. Ильющенко, В. М. Капцевич, В. Н. Ковалевский, В. Е. Перельман, Г. В. Смирнов, С. М. Ушеренко, В. К. Шелег и др.

Для подготовки инженерных кадров в июле 1977 г. в БПИ была организована выпускающая кафедра «Порошковая металлургия» (Приказ Министерства образования БССР № 357 от 15.07.77 г.). Первым заведующим кафедрой был избран профессор О. В. Роман. В это же время кафедру «Технология металлов» возглавил д-р техн. наук, профессор В. И. Беляев. В 1988 г. произошло объединение указанных кафедр, заведующим кафедрой вновь стал д-р техн. наук, профессор О. В. Роман. С 1990 по 2006 г. кафедру возглавлял д-р техн. наук, профессор В. Н. Ковалевский. С 2006 по 2009 г. заведующим кафедрой являлся член-корреспондент НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор Ф. И. Пантелеенко. С 2009 г. заведующий кафедрой - канд. техн. наук, доцент А. С. Снарский.

По специальностям «Композиционные и порошковые материалы, покрытия» и «Оборудование и технология сварочного производства» выпущено более 600 инженеров.

В 1992 г. открыта специальность «Оборудование и технология сварочного производства».

Кафедра выполняет большой объем научно-исследовательских работ в области технической керамики, наноматериалов, тонких покрытий, сверхтвердых материалов, мелкокристаллических износостойких покрытий, переработки вторичных ресурсов. Работы выполняются в рамках фундаментальных исследований, фундаментально-приклад-

ных и прикладных исследований с предприятиями Беларуси, в том числе БМЗ, МТЗ, МАЗ и др.

На кафедре работают 28 человек профессорско-преподавательского состава, из них 24 человека имеют ученые степени и звания. Среди них Ф. И. Пантелеенко - член-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор; В. Н. Ковалевский - д-р техн. наук, профессор; О. С. Комаров - д-р техн. наук, профессор; С. Н. Жизняков - канд. техн. наук, доцент; Е. С. Голубцова - д-р техн. наук, доцент; Г. Ф. Ловшенко - д-р техн. наук, доцент; А. Ф. Ильющенко - член-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор; Л. С. Денисов - д-р техн. наук, доцент; В. А. Горохов - д-р техн. наук, профессор и др.

В создании и становлении кафедры «Машины и технология обработки металлов давлением» огромную роль сыграли такие выдающиеся ученые, как академики С. И. Губкин, В. П. Северденко, А. В. Степаненко. Именно благодаря их научным достижениям в области пластической деформации материалов кафедра получила широкое признание, а на разработанную технологию получения рессор переменной жесткости была продана лицензия в США. На кафедре работали и работают такие известные ученые, как академик А. И. Гордиенко, доктора наук Е. Б. Ложечников, Л. А. Исаевич, К. Е. Белявин.

Кафедра «Материаловедение в машиностроении» была создана более 60 лет назад. Организация кафедры неразрывно связана с именем д-ра техн. наук, профессора Л. С. Ляховича, который непосредственно стоял у ее истоков. При участии Л. С. Ляховича на кафедре сформировалась белорусская школа металлургов. С 1989 г. кафедру возглавил известный ученый д-р техн. наук, профессор Л. Г. Ворошнин, развивший научную школу в области химико-термической обработки. За время работы кафедра подготовила более 2000 инженеров-металлоvedов и материаловедов, 135 кандидатов и 17 докторов наук, среди которых известные ученые: член-корреспондент НАН Беларуси Ф. А. Пантелеенко, д-ра наук М. В. Ситкевич, В. М. Константинов и др.

С литейным производством связана и кафедра «Охрана труда» (заведующий - д-р техн. наук, профессор А. М. Лазаренков), которая проводит исследования воздушного бассейна предприятий и занимается разработкой способов снижения вредных выбросов в атмосферу.

Инновационное развитие экономики ставит новые задачи как в подготовке специалистов, способных успешно работать в новых экономических условиях, так и в научно-инновационной работе.

С целью укрепления связи с предприятиями реального сектора экономики и приближения учебного процесса к реальным условиям кафедры факультета открыли ряд филиалов на предприятиях. Открытие таких филиалов, с одной стороны, позволяет привлечь наиболее опытных специалистов производства к учебному процессу, а с другой - осуществлять процесс обучения в реальных условиях производства, что повышает степень готовности молодых специалистов к работе после окончания университета. Широко внедряются в учебный процесс новые стандарты обучения, информационные технологии, оборудуются компьютерные классы. Все это вместе взятое повышает качество подготовки инженерных кадров.

Необходимо отметить еще одну область, где ученые и специалисты БНТУ вносят существенный вклад в совершенствование литейно-металлургического комплекса. Это научно-инновационная деятельность. И здесь достижения работников МТФ очень значительны. В рамках государственных программ различного уровня выполнялось в 2006-2010 гг. более 35 заданий. Общий объем НИР из всех источников финансирования в 2010 г. ожидается в размере 4 млрд. руб., из которых 1,5 млрд. руб. выполнено за счет прямых договоров с заказчиками.

Понятно, что без сформировавшихся научных школ такие успехи нельзя достичь, которые не только позволяют объединить ученых для решений крупных задач для реального сектора экономики, но и обеспечивают преемственность поколений. На факультете сформировалось восемь научных школ:

- в области литейного материаловедения и моделирования литейных и металлургических процессов (д-р техн. наук, проф. Д. М. Кукуй);
- в области теории и практики металлургических процессов (д-ра техн. наук, проф. В. И. Тимошпольский, И. А. Трусова);
- в области литейного производства черных и цветных металлов (д-р техн. наук, проф. Б. М. Немеенок);
- в области обработки давлением, в том числе с необратимой сжимаемостью (д-р техн. наук, проф. Л. А. Исаевич);
- в области создания и изучения порошковых материалов и покрытий на их основе, а также диагностики металлоконструкций (д-р техн. наук, проф., член-корр. НАН Беларуси Ф. И. Пантелеенко);
- научная школа по управлению структурообразованием нанопокровов в порошках-композитах и создание на их основе новых материа-

лов, включая сверхтвердые (д-р техн. наук, проф. В. Н. Ковалевский);

- научная школа по управлению структурой и свойствами чугуна в отливках (д-р техн. наук, проф. О. С. Комаров);

- в области научных основ новых процессов и оборудования обработки материалов давлением (д-р техн. наук, проф., академик НАН Беларуси В. В. Клубович, д-р техн. наук, проф. Л. А. Исаевич, д-р техн. наук, проф. Е. Б. Ложечников).

Высока и результативность научных исследований. Можно привести только несколько последних примеров успешного внедрения результатов НИР.

По завершеному заданию ГНТП, выполненному научно-исследовательской лабораторией упрочнения стальных изделий (НИЛ УСИ), заведующий НИЛ - канд. техн. наук Н. Г. Кухарева, проведено освоение научно-технической продукции на ОАО «БелОМО ММЗ им. С. И. Вавилова» на сумму 157 млн. руб.

Для строительной отрасли разработаны технологии термодиффузионного упрочнения оснастки, используемой при производстве керамического и силикатного кирпича (потребители - ОАО «Радосковичский керамический завод», КПУП «Обольский керамический завод», ОАО «Минский завод строительных материалов»).

Для сельхозмашиностроения и приборостроения разработаны энергосберегающая технология изготовления порошковых сред методом внепечной металлотермии и технология упрочнения деталей машин, технологической оснастки и инструмента методом химико-термической обработки (потребители - РУП «Гомсельмаш», ОАО «БелОМО ММЗ им. С. И. Вавилова», ОАО «ТАИМ» по производству тормозной аппаратуры и механизмов, ОАО Новогрудский завод газовой аппаратуры, ЗАО «Атлант», УП МЭТЗ им В. И. Козлова).

С участием лаборатории организованы и работают участки для проведения термодиффузионного упрочнения изделий на следующих предприятиях: ОАО «Новогрудский завод газовой аппаратуры», ОАО «ТАИМ» по производству тормозной аппаратуры и механизмов, УП «МЭТЗ» им. В. И. Козлова, РУП «Гомсельмаш», ОАО «БелОМО ММЗ им. С. И. Вавилова».

Учитывая, что стоимость термодиффузионного упрочнения составляет 10% от стоимости изделий, а срок службы при использовании разработанных в НИЛУ СИ технологий увеличивается в 3—4 раза, то экономический эффект от внедренных технологий за последние два года может быть оценен в 2,6 млрд. руб.

Использование технологического комплекса оборудования для высокотемпературного подогрева шихты позволило в процессе плавки на горячей шихте с использованием горячей стружки сократить общее время плавки на 15-20%, а время расплавления стружки снизить в 1,5 раза. При этом повышаются качество получаемого жидкого металла, стойкость футеровки, обеспечивается снижение угара (в процессе подогрева до 1%, в процессе плавки до 3-4%) и количество шлака. Экономический эффект от внедрения технологического процесса и комплекса оборудования подогрева шихты составил 42300 руб. при получении 1 т расплава (руководитель — д-р техн. наук, профессор Д. М. Кукуй).

В рамках выполнения исследований физико-химических и металлургических процессов механизированной сварки в защитных газах при строительстве жилых и промышленных зданий и сооружений в условиях ветровых нагрузок (руководитель-д-р техн. наук Ф. И. Пантелеенко) определены особенности газодинамических и металлургических процессов, параметры их доминирующих факторов при формировании ядра и пограничного слоя защитного газового потока, при формировании сварочной ванны в условиях ветровых потоков. Разработана и изготовлена конструкция двухпоточного сварочного сопла, позволяющая обеспечить эффективность защиты сварного шва за счет увеличения жесткости струи, установлены критические значения скоростей и направлений ветра, а также эффективные способы реализации процесса механизированной сварки порошковой проволокой с дополнительной газовой защитой и проволокой сплошного сечения малых диаметров в критических ветровых потоках, определены базовые параметры технологических режимов сварочного процесса сварки в условиях критических значений ветровых нагрузок с обеспечением допустимых уровней дефектообразования и содержания азота в сварных соединениях, адаптированных к условиям выполнения строительно-монтажных работ.

Практическое применение и актуальность внедрения механизированной сварки в защитных газах (МАГ) вместо ручной дуговой сварки покрытыми электродами на открытых площадках в строительстве подтверждены проведением лабораторных исследований и расчетами в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве с ОАО «МАПИД» при МАГ сварке в защитных газах образцов монтажных стыков колонн жилых зданий серии М464-9М. При среднем объеме сварки монтажных стыков колонн до 1800 шт./год экономия средств может составить порядка 25 млн. руб.

Выполнена НИР по разработке способов упрочнения быстроизнашивающихся деталей почвообрабатывающих машин путем регулирования структурной наследственности в процессе индукционной наплавки композиционных металлических порошков (руководитель НИР - д-р техн. наук В. М. Константинов). Исследованы диффузионные процессы при получении диффузионно-легированных порошков. Предложены некоторые пути интенсификации диффузионного легирования. Выполнена модернизация лабораторного образца установки и промышленной установки РУП «Минский завод шестерен». Исследовано влияние легирующих элементов на динамические и механические свойства наплавленного слоя из диффузионно-легированных сплавов. Проведены полевые испытания. Установлено, что разрабатываемая технология позволила повысить ресурс эксплуатации долота и снизить износ детали в 1,3—1,7 раза на разных типах почв и с их различной влажностью. Результатом выполнения задания является экономия энергетических ресурсов в процессе металлургического передела за счет оптимизации режимов термической обработки и рациональной замены видов термической обработки на менее энергоемкие при сохранении требуемого уровня механических и эксплуатационных свойств получаемых деталей. При сокращении времени выдержки при закалке до 40% расход природного газа сокращается до 154 м<sup>3</sup>. Производственная программа изготовления детали «палец» составляет 216 027 шт./год. С учетом этого экономия природного газа за год может составить до 230 000 м<sup>3</sup>. Годовая экономия от применения ковочного тепла для закалки поковок из конструкционных сталей на одну деталь составит 217,35 у. е., укрупненно - экономия составит около 21% энергоресурсов в год. Разработана «Энергосберегающая оптимизация термической обработки детали 64221—2979030 «палец».

Выполнялась работа по договору в рамках ГППНИ «Металлургия» «Разработка и научное обоснование нормирования удельного расхода топлива нагревательных печей машиностроительного и металлургического производств для применения в промышленных технологиях нагрева и термической обработки» (руководитель - д-р техн. наук, проф. И. А. Трусова). На основании выполненных исследований разработаны научно обоснованные нормы потребления топливно-энергетических ресурсов (природного газа) для типовых конструкций печей кузнечного цеха РУП «МАЗ», учитывающие современные подходы к выбору конструктивных и технологических параметров

оборудования. Использование разработанных рекомендаций при модернизации печного парка РУП «МАЗ» позволит снизить удельный расход условного топлива не менее чем на 30%. Результаты, полученные при выполнении НИР, могут быть использованы на машиностроительных и металлургических предприятиях, имеющих в составе оборудования нагревательные проходные печи различных конструкций.

На основе методов термодинамики разработаны механизм и модель процесса удаления водорода из расплава при внепечной обработке стали, отличающиеся от известных учетом как термодинамических, так и кинетических параметров процесса вакуумирования (руководитель - д-р техн. наук, проф. Д. М. Кукуй). Установлен механизм формирования оксида углерода при внепечной обработке и его влияние на процесс удаления водорода. На основе полученных результатов разработан метод выбора наиболее экономичного режима вакуумной обработки стали, обеспечивающий получение требуемого остаточного уровня содержания водо-

рода в расплаве. Разработанный метод проходит промышленную апробацию на РУП «БМЗ».

Эти примеры можно еще продолжать, но хотелось бы отметить, что значительное количество исследований выполнено в тесном сотрудничестве с институтами НАН Беларуси. Особенно плодотворные связи сложились с Физико-техническим институтом, Институтом технологии металлов, Объединенным институтом машиностроения, Институтом порошковой металлургии и другими. И это сотрудничество приносит взаимную пользу, так как позволяет привлечь ведущих ученых академии наук к выполнению учебной нагрузки, а студентам, магистрантам и аспирантам использовать новейшую исследовательскую базу академических институтов.

Таким образом, на постсоветском пространстве в БНТУ не только сохранена научная школа в области литейного и металлургического производств, но она продолжает успешно развиваться, проводя работы по новым направлениям, отвечающим требованиям XXI века.