

ИНЖЕНЕР- МЕХАНИК

Республиканский межотраслевой
научно-технический
и производственно-экономический журнал

С 55-летием Победы!



ПОДВИГ НАРОДА БЕССМЕРТЕН

Время неумолимо отодвигает в вечность знаменательное всемирно-историческое событие – День Победы над злейшим врагом человечества – фашизмом. Но в анналах истории этой дате остаться навсегда. Огромной ценой оплачена Победа – миллионами жизней, огромными материальными потерями, большой кровью солдат и мирных жителей. К счастью, еще живы участники тех грозных боев, но и они постепенно уходят от нас. Как писал фронтовик-поэт К. Симонов, «Все тяжелее груз разлуки, все уже круг моих друзей». И чем тяжелее этот груз, тем дороже память о нем.

Вспомним же в этот знаменательный день всех поименно, всех сражавшихся с врагом, но не доживших до сегодняшнего торжества. Почтим светлую память и наших товарищей – работников народного хозяйства республики:

(Окончание на 1-й стр.)

№ 2 (07)
АПРЕЛЬ — ИЮНЬ
2000

Выбор — за вами!



Стр.

К юбилею НИИ порошковой металлургии	1
Результаты научного поиска	2
Технология пористых материалов	11
Технологии нанесения защитных покрытий	13
Развитие научно- исследовательской базы	17
55-летие Великой Победы	
Поздравляем ветеранов	3
Есть мнение Вернемся в каменный век?	20
Не наступить на ядерные «грабли»!	21
Семинары Возрастут зерна новых идей	22
Научные разработки Повышение надежности и долговечности сосудов высокого давления энергетического и технологического	38
Удовольствия	39



Е.А.Дорошкевич



Г.П.Клецко



А.Ф.Ильющенко

ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В БЕЛАРУСИ - 40 ЛЕТ

*Е.А. ДОРОШКЕВИЧ, доктор технических наук, профессор,
Генеральный директор БГ НПК порошковой металлургии;
А.Ф. ИЛЬЮЩЕНКО, доктор технических наук, профессор,
директор НИИ;*

Г.П. КЛЕЦКО, кандидат технических наук, ученый секретарь

В 2000 году исполняется 40 лет со дня создания доцентом кафедры «Технология металлов», ныне академиком НАНБ, Олегом Владиславовичем Романом в Белорусском политехническом институте Базовой лаборатории порошковой металлургии МинВУЗа БССР.

Поэтапно к 1972 г. лаборатория переросла в Научно-исследовательский институт порошковой металлургии с опытным производством, на базе которого были созданы Научно-производственное объединение, затем Белорусский государственный научно-производственный концерн порошковой металлургии (БГ НПК ПМ).

На идеях и энтузиазме О.В. Романа порошковая металлургия в республике развивалась интенсивными темпами. Различные отрасли народного хозяйства остро нуждались в новых эффективных материалах. И эту задачу успешно решала молодая белорусская школа металлургов. Начали с осво-

ения производства фрикционных материалов для трактора МТЗ, затем для Минского автомобильного завода. Это сразу подняло авторитет лаборатории и ее сотрудников: Рапопорта Л.А., Генкина В.А., Шмагина Л.М., Ковнацкого В.С., Фишбейна Е.И, Дмитровича А.А. Их разработки были широко внедрены в промышленности всего СССР, получили признание и за рубежом. В странах СЭВ нам было предоставлено право ведущей организации по программе порошковой металлургии.

Данное направление продолжает развиваться. Фундаментальные триботехнические исследования, проводимые под руководством и при непосредственном участии д.т.н. Жарина А.Л. и к.т.н. Шипицы Н.А. позволяют значительно расширить возможности порошковой металлургии в создании трибоматериалов, удовлетворяющих высоким требованиям мирового рынка и международных стандартов.

...ей научно-технический и производственно-экономический журнал

...я 1998 года. Выходит один раз в три месяца

...ское общество инженеров-механиков

...по печати, свидетельство № 1132 от 21 апреля 1998 года

...мик НАН РБ С.А. АСТАПЧИК

...ВЫСОЦКИЙ - заместитель главного редактора,

...КИЙ, Г.С. ЛЯГУШЕВ, М.Г. МЕЛЕШКО,

...К.Г. ЧЕСНОВИЦКИЙ

В начале шестидесятых годов родились и получили развитие не имеющие мировых аналогов уникальные технологии получения новых порошковых и композиционных материалов импульсным нагружением и обработкой энергией взрывчатых веществ. Эту идею реализовал круг его исследователей-эн-

тузиастов в составе академика НАНБ Витязя П.А., профессора Дорошкевича Е.А., к.т.н. Шелегова В.И., к.т.н. Афанасьева Л.Н., к.т.н. Клецко Г.П., к.т.н. Мальцева А.А., к.т.н. Барая С.Г., к.т.н. Киселева Л.И., Тарасова Г.Д.

Фундаментальные исследования, выполненные Богдановым А.П., д.т.н. Горобцовым В.Г., к.т.н. Фурсом В.Я., к.т.н. Пикусом И.М. по взрывному компактированию порошковых заготовок в холодном и горячем состоянии дали уникальные результаты по получению беспористых крупногабаритных заготовок из самых различных композиций порошковых материалов и явились крупным вкладом в теорию высокоэнергетических способов формирования порошковых материалов, в результате которых установлены зависимости между волновыми и массовыми скоростями распространения ударных волн в порошковых материалах и построены ударные адиабаты их нагружения.

Сотрудниками О.В. Романа Ушеренко С.М., Шилкиным В.А. и Андилевко С.К. разработан и получил широкое применение метод поверхностной обработки и упрочнения материалов высокоскоростными потоками микрочастиц для поверхностного микролегирования и упрочнения инструментов горнодобывающих комбайнов, ра-

ботающих в тяжелонагруженных условиях и др. деталей.

На теоретических основах сварки взрывом композиционных материалов под руководством д.т.н. Беляева В.И. и его учеников созданы процессы высокоскоростного получения слоистых композиционных материалов с контрастными свойствами, включая тугоплавкие, лег-

коплавкие, интерметаллидообразующие, супермногослойные, канальные и гофричестые. Исследованиями в этой области в течение более 20 лет занимался большой коллектив: к.т.н. Касперович В.Б., Шаповал А.В., к.т.н. Наумович Н.В., к.т.н. Корженевский А.П., д.т.н. Ковалевский В.Н., к.т.н. Стефанович Р.В., д.т.н. Смирнов Г.В., к.т.н. Судник Л.В., Демьянович Л.Б.,

к.т.н. Чигринова Н.М. Слоистые материалы широко внедрены на Красноярском, Братском, Таджикском, Саянском, Волгоградском алюминиевых заводах, на Шахтинском, Кировоградском, Норильском ГОКах, Уральском заводе тяжелого машиностроения.

Для проведения исследований, разработок и испытания материалов и производства изделий взрывными технологиями был создан уникальный опытно-экспериментальный полигон, не имеющий аналогов в мире.

В 1992 году на базе двух отделов НИИ ПМ с ОП (отдела импульсных нагружений, отдела сварки взрывом) и полигона создан НИИ импульсных процессов.

Теоретические основы деформирования пористых порошковых сред в сложнапряженном состоянии, разработанные под руководством профессора Дорошкевича Е.А., к.т.н. Звонаревим Е.В., д.т.н. Гороховым В.М., д.т.н. Перельманом В.Е., позволили объяснить процессы, происходящие при уплотнении прессуемых порошков,

(Окончание на стр.9-11)



О.В.Роман.

ПОДВИГ НАРОДА БЕССМЕРТЕН

(Окончание.
Начало на 1-й стр. обложки)

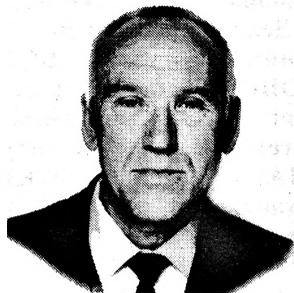
Это: **ДЕМИН Иван Михайлович** - Герой Социалистического труда, директор Минского автомобильного завода; **БУЛАХОВ Денис Григорьевич** - Заслуженный строитель БССР; **ДОРОШЕВИЧ Михаил Васильевич** - ректор Белорусского политехнического института (БГПА); **ДЛУГАШЕВСКИЙ Константин Наумович** - председатель Минского горисполкома; **ЖИЖЕЛЬ Иван Матвеевич** - министр промышленности, Заслуженный строитель БССР; **КОРОЛЬ Владимир Адамович** - Заслуженный строитель БССР, один из авторов монумента Победы в Минске и мемориального комплекса Брестская крепость-герой; **ЛАГИР Михаил Иванович** - председатель Комитета народного контроля БССР; **ЛОБАНОВ Владимир Елисеевич** - зам. председателя Президиума Верховного Совета БССР; **РАДЮК Михаил Терентьевич** - председатель Госгортехнадзора БССР; **СЕМЕНИХИН Георгий Всеволодович** - министр местной промышленности; **ЮРКОВ Иосиф Андрианович** - Герой Социалистического труда, Заслуженный строитель БССР.

Поздравляем ветеранов

Редколлегия журнала «Инженер-механик» от имени своих читателей отдает дань глубокого уважения и поздравляет ветеранов войны и труда - создателей Великой Победы, которые внесли свой весомый вклад в общенародное дело. Бодрости, здоровья, долгих счастливых дней всем живущим участникам тех грозных событий - Великой Отечественной.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНОГО ПОИСКА

ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕТАЛЕЙ ОБЩЕМАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ



*Е.В. ЗВОНАРЕВ,
к.т.н., ст.н.с.
зав. отделением
машиностроительных
материалов*

НИИ порошковой металлургии, его отделение машиностроительных материалов, порошковой металлургии, решает круг вопросов, связанных с разработкой новых и совершенствованием существующих порошковых и композиционных материалов, эффективных технологий изготовления из них изделий и полуфабрикатов, а также освоение их выпуска.

В составе отделения 6 научно-исследовательских лабораторий: композиционные материалы (зам. зав. лабораторией д.т.н., в.н.с. Горохов В.М.) фрикционные материалы (зав. лабораторией Дмитриевич А.А.), керамические материалы (зав. лабораторией к.т.н., ст.н.с. Барай С.Г.), магнитные материалы (зав. лабораторией к.т.н., ст.н.с. Насыбулин А.Х.), сверхтвердые материалы (зав. лабораторией Баран А.А.), упрочняющие технологии (зав. лабораторией к.т.н., ст.н.с. Чигринова Н.М.). Общая численность работающих составляет 130 человек в том числе 14 кандидатов и 1 доктор технических наук. Многопрофильность отделения позволяет ему решать широкий круг вопросов, проводить фундаментальные исследования.

Так, в области порошковой металлургии конструкционных материалов на железной и медной основах новым технологическим приемом является обработка давлением предварительно спеченных заготовок в холодном состоянии и с нагревом. В отличие от традиционных технологий статического прессования металлических порошков при комнатных температурах и последующего спекания формовок, разрабатываемые технологии построены на пла-

стической деформации спеченного материала. В результате реализуется интенсивное уплотнение и упрочнение порошкового материала, а также формоизменение исходной заготовки. Потребовалось проведение широкого круга фундаментальных исследований в области механики деформируемого пористого тела, позволившие разработать механические схемы деформации, учитывающие влияние пор на деформируемость порошкового материала.

Установлено, что для закрытия пор разной геометрии одинаковой ориентации требуется приложение различных по величине внешних нагрузок. При этом наибольших усилий требует процесс залечивания круглой поры.

Это позволило разработать научно обоснованные рекомендации по проектированию рациональных процессов обработки давлением спеченных заготовок.

В рамках изучения физико-химической природы пластической деформации пористых тел проводятся исследования взаимодействия дислокаций с полями внутренних напряжений различной природы и интенсивности при деформировании спеченных заготовок.

Используя полученные результаты были разработаны процессы изотермического теплового деформирования (ИТД) и предварительной термомеханической обработки (ПТМО) спеченных заготовок, позволившие получать высокоплотные конструкционные детали из низколегированных порошковых сталей.

Поиск эффективных путей повышения плотности порошковых конструкционных деталей привел к разра-

ботке метода теплой допрессовки (ТД) предварительно сформованных в холодном состоянии порошковых заготовок, содержащих в качестве твердой смазки высокополимеры, переходящие при температурах 100-150°C в вязкое состояние. Это модифицированный вариант технологии теплового прессования металлических порошков, получившей в настоящее время большое распространение в странах Западной Европы и Америке. Прессование порошковых материалов в указанном температурном интервале характеризуется уменьшением трения между частицами, что приводит к повышению плотности прессовок за счет реализации эффекта проскальзывания частиц по границам между ними. В результате исследования определены оптимальные режимы тепло допрессовки, изделий из низколегированных порошков.

Получен ряд существенно важных научных результатов в области изучения физической природы трения, вносящих существенный вклад в развитие теории процессов трения компактных и порошковых материалов, на основе которых могут быть разработаны новые подходы при конструировании триботехнических материалов.

Ряд интересных в научном и прикладном плане данных получен в других направлениях фундаментальных исследований.

А вот некоторые результаты прикладных исследований при производстве порошковых конструкционных деталей, самых массовых и тоннажных в общем объеме выпуска порошковой продукции. В 1997 г. при общем объеме выпуска в мире железных и стальных порошков в количестве 670 тыс. тонн на производство конструкционных деталей было использовано свыше 600 тыс. тонн. При этом в автомобильной промышленности — 80% их общего количества. Основная цель, которая достигается при переводе конструкционных деталей на изготовление методом порошковой металлургии это снижение тру-

доемкости и себестоимости изготовления, повышение коэффициента использования металла, высвобождение станочного оборудования, а также повышение эксплуатационных характеристик изделий.

Выпускаемые за рубежом детали, как правило, сложной конфигурации: храповики, кулачки, средне-нагруженные зубчатые колеса, рычаги, шайбы фасонные, платики, втулки распорные и др. В последнее время освоен серийный выпуск колец синхронизаторов, коробок передач, шатунов автомобильных двигателей, седел клапанов, корпусов коренных подшипников и др. Развитие методов и оборудования для теплового прессования и инжекционного формования порошков позволило еще более расширить номенклатуру порошковых конструкционных деталей.

Выпускаемые на Молодечненском заводе порошковой металлургии (МолЗПМ) и на опытном производстве НИИ порошковой металлургии конструкционные детали несколько проще по своей конфигурации. Это связано с отсутствием современного прессового оборудования, оснащенного многоплиточными прессблоками, позволяющими формовать детали с большим числом переходов по высоте, высококачественных низколегированных железных и стальных порошков относительно невысокой цены.

В этой связи в наших работах разрабатываются технологии, включающие получение простых по форме порошковых заготовок, их спекание и последующую объемную штамповку в холодном состоянии или с нагревом в качестве формообразующей операции. Это позволяет получать изделия в некоторых случаях более сложной конфигурации, чем это достигается на современном прессовом оборудовании. Разрабатываемые процессы объемной штамповки порошковых заготовок не являются альтернативной для традиционных технологий изготовления конструкционных деталей. Они лишь дополняют их, расширяя возможности порошковой металлургии.

Следует отметить, что наибольшие успехи и применение холодная штамповка спеченных порошковых заготовок нашла в наших работах при разработке технологий изготовления деталей из цветных металлов и сплавов. Это связано с высокими усилиями деформирования

порошковых заготовок на основе железных или стальных порошков, а также недостаточной пластичностью их в холодном состоянии.

Наиболее убедительным примером преимущества штамповки спеченных заготовок из цветных металлов по сравнению со штамповкой деталей из металлопроката, а также традиционной технологией порошковой металлургии является разработанная специалистами отделения технология изготовления заготовок коллекторов электрических машин. Сущность технологии состоит в получении кольцевой спеченной медной заготовки простой формы с профилем ламелей на внутренней поверхности кольца и ее последующее пластическое деформирование по схеме обратного выдавливания. В результате формируется сложнопрофильная заготовка в виде трубы с фланцем, на внутренней поверхности которой образуются профильные выступы по числу ламелей в коллекторе. После опрессовки пластмассой и механической обработки для вскрытия ламелей образуется коллектор электрической машины.

По сравнению с технологией вырубки из медной полосы разработанная технология обеспечивает повышение коэффициента использования металла до 0,8-0,92, снижение материалоемкости в 1,2-1,4 раза (за счет изменения формы ламелей) и трудоемкости изготовления в 1,2-1,3 раза, экономии межламельной изоляции (слоденита), устраняет ручной труд на операции сборки заготовки коллектора; создает благоприятные условия для автоматизации процесса.

Технология защищена патентом республики Беларусь и получила приз в 1997 г. Европейской ассоциации порошковой металлургии (ЕРМА) в номинации «Новые технологии». По ней освоен выпуск заготовок стартерных и др. коллекторов на Молодечненском заводе порошковой металлургии, НИИ порошковой металлургии с опытным производством, АО «Борисовский завод автотракторного электрооборудования» (рис.1). Общий объем выпуска такой продукции в 1990 - 1992 гг. составлял до 2500 тыс. заготовок в год, в 1999 г. - около 1000 тыс. шт. В разработке технологий приняла участие специалисты АО «БАТЭ» и МолЗПМ.

Накопленный нами опыт использования технологии штамповки спеченных заготовок показал, что эти процессы наиболее эффективны при

Поздравляем ветеранов

Анатолий Евгеньевич
АНДРЕЕВ



Родился 14 сентября 1916 года на ст. Рогачев Белорусской железной дороги. Окончил в 1933 г. Оршанскую железнодорожную школу ФЗУ. Работал слесарем, помощником машиниста, машинистом.

В 1941 г. участвовал в перевозках войск и эвакуации, был машинистом бронепоезда. В 1941 г. вступил в партизанский отряд, формируемый К.С.Заслоновым, и начал боевые действия в составе диверсионной группы в тылу противника на Оршанском жел. дор. узле, а затем на территории Витебской, Минской и Гродненской областей. С апреля 1943 г. возглавлял партизанский отряд им. Комсомола Белоруссии на территории Белостокской области.

За боевые действия в тылу противника в 1943-1944 гг. награжден орденами: Ленина, Отечественной войны I степени, Красной Звезды; медалями: «Партизану Отечественной войны» I и II степеней; орденом Польской народной республики - «Крест Грюнвальда III класса».

В послевоенный период работал на различных ответственных должностях, выполняя важные задания правительства. С 1963 г. - министр автомобильного транспорта Белорусской ССР. За период работы в должности министра награжден двумя орденами Ленина, а в 1976 г. ему присвоено звание Героя Социалистического Труда. В 1996 г. награжден орденом «Отечества III степени».

Андреев А.Е. участвовал в создании республиканской организации ветеранов войны и труда. Избирался Председателем Совета, а в настоящее время является его Почетным Председателем. Ему присвоены звания Почетного гражданина г.Щучина, Мостовского района Гродненской обл. и города Орши. Является Почетным транспортником страны. Героический боевой и трудовой подвиг Андреева - пример честного служения Родине.

изготовлении мелкогабаритных тонкостенных деталей, получаемых механической обработкой из проката меди, латуни. Примером таких деталей являются радиочастотные соединители. При существующей технологии обработки резанием, коэффициент использования металла составляет не более 0,3. Традиционные методы: прессование, спекание,

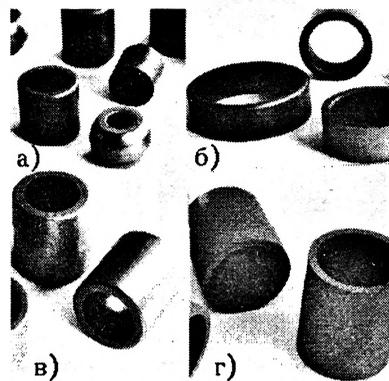


Рис. 1. Поковки коллекторов электрических машин, изготовленные холодным выдавливанием спеченных заготовок из медного порошка и коллекторы в сборе. Изготовители: НИИ ПМ с ОП, МолЗПМ, АО «Завод БАТЭ» (г. Борисов).

калибровка не обеспечивает в ряде случаев требуемой прочности, размерной точности и качества поверхности. Новый метод обеспечивает точность размеров и частоту поверхности; возможность полной автоматизации технологического процесса. Образцы таких деталей представлены на рис. 2.

При получении высокоплотных деталей на основе железных или стальных порошков преимущественно используются процессы допрессовки спеченных заготовок в режиме предварительной термовременной обработки, холодной изотермической тепловой, холодной либо горячей штамповки. Это обеспечивает существенно более высокие свойства порошкового материала.

Широкие потребности промышленности в деталях узлов трения привели к разработке целого класса антифрикционных материалов как компактных, так и порошковых (на основе меди или железа).

Основными требованиями, предъявляемыми к ним, являются: минимальный коэффициент трения, высокая износостойкость, необходимый комплекс механических свойств. Кроме того, каждый материал в конкретных условиях рабо-

ты должен быть устойчив против окисления при повышенных температурах, иметь высокое сопротивление коррозии при работе в агрессивных средах и т.д. Для деталей узлов трения в большинстве случаев используют порошковые материалы на медной основе, в частности, оловянистую бронзу. Однако бронза обладает недостаточно высокой несущей способностью и является дефицитной и дорогостоящей из-за наличия в ней олова. Введение оптимального количества олова в медь повышает стоимость материала более, чем в 2 раза. Как известно, антифрикционные материалы конструируются с учетом принципа Шарпи: твердые включения в относительно мягкой матрице. Такому требованию отвечают литые бронзы, чугуны, металлополимеры и др. материалы. Порошковая металлургия в этом плане открывает огромные возможности. Пористое железо, пропитанное маслом имеет коэффициент трения при работе со стальным валом ниже, чем пара трения сталь по стали со смазкой. Как правило, большинство порошковых антифрикционных материалов представляют собой псевдосплавы железо-графит, бронза-графит, железо-графит-медь-сера, железо-медь-свинец-графит и др.

Исследования показали, что для работы в условиях трения наиболее перспективными являются порошковые композиции железо-графит-медь с добавками дисульфида молибдена и других твердых смазок. Применение пористых материалов для изготовления деталей узлов трения позволяет резко повысить срок их службы за счет способности длительное время сохранять в порах смазку, что придает таким де-

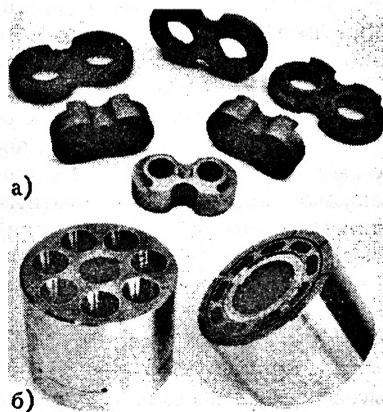


Рис. 2. Детали радиочастотных соединителей, изготовленные методом порошковой металлургии с применением холодной штамповки спеченных медных заготовок на автоматизированной линии.

талям свойство самосмазывания. Предварительная пропитка пористых деталей жидкими маслами с последующей установкой в узлы трения, требующих периодической смазки, позволяет сократить затраты на техническое обслуживание, а в ряде случаев, ликвидировать их полностью с гарантией наличия жидких смазок в зоне трения всего срока службы конструкции.

Основным направлением наших работ в этом плане является повышение антифрикционных свойств порошковых бронз за счет введения в них твердых смазок и повышения их плотности, а также замена в узлах трения литых бронз на порошковые материалы на основе железа. В первом случае добиваются повышения несущей способности порошковых бронз, во втором – экономии дефицитных материалов при достижении несущей способности литой (катаной) бронзы. Так в радиально-торцевых подшипниках скольжения шестеренных масляных насосов типа НШ18-НШ-50. Подшипники из литой бронзы ОЦС5-5-5 заменены на высокоплотную порошковую бронзу того же химсостава, в которую введена твердая смазка в виде графита и дисульфида молибдена. Это позволило повысить ресурс работы насоса до 10-12 тыс. час., рабочее давление масла до 30 МПа и скорость вращения до 50 сек.⁻¹. Разработанная технология позволила повысить коэффициент использования материала до 0,44, снизить трудоемкость в 2 раза, высвободить станочное оборудование, снизить численность работающих и сократить расходы на инструмент. В 1990-1991 г.г. на МолЗПМ выпускалось до 2000 тыс. шт. таких изделий.

Совместно с НИИ импульсных процессов и ООО «Хорда» разработана оригинальная технология изготовления биметаллических корпусов роторов аксиально-поршневых гидронасосов. В этих изделиях рабочие поверхности стального корпуса армируются модифицированным порошковым антифрикционным материалом бронза-графит, что обеспечивает существенную экономию цветного металла, повышение несущей способности пары трения и, как следствие ресурса работы насоса до 9 тыс. час. Выпуск полуфабрикатов таких изделий освоен в НИИ порошковой металлургии.

Для замены бронзовых подшип-

ников скольжения в стартерах автомобилей разработан антифрикционный материал на основе железа повышенной несущей способности. Такой материал имеет пористость 15-25%, маслостойкость не менее 1,6%, коэффициент трения при ограниченной смазке 0,01-0,04. Разработанный материал применяется также для изготовления длинномерных втулок, которыми армируются отверстия в аксиально-поршневых насосах взамен порошковой бронзы. Разработаны также антифрикционные материалы на железной основе для изготовления втулок для тормозной рычажной передачи вагонов железнодорожного подвижного состава. Выпуск такой продукции освоен на опытном производстве НИИ порошковой металлургии и поставляется АО «Завод БАТЭ», а также вагоноремонтным заводом Минска и Гомеля.

Одним из эффективных методов повышения физико-механических свойств порошковых материалов на основе железа является **инfiltrация пористого железного (стального) каркаса** расплавами металлов, например, медью или ее сплавами. За счет этого устраняется пористость порошкового материала, повышаются его прочностные и теплофизические свойства. Макроструктура такого композита представляет собой систему двух взаимопроникающих каркасов: один железный или стальной, второй - медный или бронзовый. Варьируя свойствами каркаса (пористостью, химическим составом материала, размером и формой пор), а также свойствами инфильтранта можно получать широкий спектр порошковых материалов со специфическими функциональными свойствами, не достижимыми традиционными методами большой металлургии, в том числе триботехническими, износостойкостью при нормальных и повышенных температурах, демпфирующей способностью.

Проведен широкий комплекс научно-исследовательских работ по изучению условий формирования таких материалов, их свойствам и областям применения.

Наибольшее применение в наших работах такие материалы нашли при изготовлении антифрикционных материалов для тяжело нагруженных условий работы, а также износостойких элементов формообразующей оснастки для изготовления стеклотары. Из этих

материалов изготавливаются также втулки шкворня передней подвески автомобилей семейства МАЗ взамен биметаллических сталь-бронзовых, прокат для которых импортируется из стран СНГ. Порошковые втулки изготавливаются из композиционных инфильтрированных бронзой высокоуглеродистых сталей и характеризуются пределом прочности на разрыв 450-650 МПа, коэффициентом трения 0,006-0,01; твердостью 1800-3000 МПа, пористостью - не более 3%. Износ втулок при 200 тыс. км пробега составляет не более 0,25 мм (при допустимом 0,5 мм). Материал и технология защищены патентами РФ. Выпуск таких втулок освоен на опытном производстве НИИ ПМ по заказу Барановичского автотракторного завода и др. предприятий. Горловые кольца стеклоформующей оснастки, изготовленные из таких материалов имеют ресурс работы в 3-5 раз более высокий, чем из легированных чугунов.

Фрикционные изделия являются классическим продуктом порошковой металлургии, так как материалы, из которых они изготавливаются, во многих случаях не имеют альтернативных способов получения. Как правило, это композиты, в состав которых входят металлические (железо, медь, олово и др.) и неметаллические (графит, асбест, оксидные, карбидные, интерметаллидные соединения) порошки, подвергаемые смешиванию, компактированию различными методами и припеканию к стальной подложке (основе). Область применения фрикционных изделий чрезвычайно широка. Их используют в узлах передачи крутящего момента либо торможения автотракторосельхозтехники, дорожностроительных машин, машинах оборонной техники и др.

Нами проводятся работы по совершенствованию существующих и разработке новых порошковых фрикционных материалов с целью повышения их работоспособности, обеспечения высокого и стабильного коэффициента трения в различных условиях работы. Особое влияние при этом уделяется снижению себестоимости и получению экологически чистых фрикционных материалов. Так, все разработанные порошковые фрикционные материалы на основе меди или железа не содержат асбеста, а в их составе широко используются побочные продукты или отходы различных видов производства (например, отходы машиностроения и др.).

Для работы в условиях трения в

Поздравляем ветеранов

Дмитрий Иванович
БАРАШКИН



Родился 1 сентября 1922 г. в деревне Шевели Лиозненского района Витебской области. В 1940 году после окончания 7 классов

работал на стройках городов Витебска и Могилева.

С начала Великой Отечественной войны проживал по месту рождения, в деревне Шевели Лиозненского района. В сентябре 1942 года вступил в партизанскую бригаду «Алексея» (Алексея Федоровича Данукалова).

После освобождения Беларуси от немецко-фашистских захватчиков попал на трудовой фронт: в августе 1944 года с группой бывших партизан направлен в г. Минск на строительство Минского автомобильного завода, возводил производственные корпуса будущего гиганта белорусской индустрии.

Дмитрий Иванович впоследствии более полувека - 51 год - проработал на Минском автомобильном заводе, сначала на стройке, затем помощником сталевара сталелитейного цеха, а с 1947 по 1972 годы - сталеваром. Здесь он показывал образцы ударного труда, добивался выдающихся производственных результатов, заслуженно стал передовиком машиностроительного производства. Ему присвоено высокое звание Героя Социалистического труда.

В 1955 году был избран депутатом Верховного Совета БССР 4 созыва, а в 1967 году - 6-го.

Почетный гражданин Минска (1968 г.). Награжден орденами Ленина и Красной Звезды.

масле нами разработаны материалы на медной и железной основах, которые обладают соответственно динамическим коэффициентом трения 0,05-0,07 и 0,10-0,12 при интенсивности изнашивания 2-5 и 2-6 мкм/км. Фрикционные диски с медью используются в гидротрансмиссиях погрузчиков и другой дорожной технике.

Материалы на железной основе успешно эксплуатируются при удельной нагрузке 4МПа, скорости скольжения – 30 м/сек и температуре на поверхности трения до 800°C. Они по износостойкости не уступают, а по коэффициенту трения в масле превосходит наиболее широко применяемые в настоящее время порошковые материалы на основе оловянистой бронзы, причем по стоимости в 6-7 раз дешевле. Особый интерес представляет материал «ШАДЕФ» для работы в условиях трения без смазки, имеющий динамический коэффициент трения 0,07-0,08 и интенсивность изнашивания 2-5 мкм/км. Он недорог, так как в качестве его основной составляющей использован порошок легированной стали ШХ-15, полученный путем переработки шламовых отходов подшипникового производства. Фрикционные диски из этого материала применяются в предохранительных муфтах тракторов, тормозах лебедки автокрана, гидротрансмиссиях большегрузных автомобилей.

Для изготовления фрикционных дисков разработана и широко применяется технология свободной насыпки, которая позволяет получать изделия требуемых геометрических размеров с масляными канавками без дополнительной механической обработки, снизить себестоимость технологической оснастки, а исключение операции пресования значительно расширяет возможности изготовления дисков диаметром до 550-600 мм с толщиной фрикционного слоя 0,4-0,6 мм.

По разработанной технологии на опытном производстве организован выпуск опытных и опытно-промышленных партий изделий для ПО «МТЗ» и ряда других предприятий, в том числе стран СНГ. Выпуск фрикционных изделий из материала «ШАДЕФ» осуществляется на МолЗПМ.

Начиная с 1995 г. после открытия в республике государственной научно-технической программы «Алмазы» нами разрабатываются алмазосодержащие композиционные материалы (КАМ). Целью этой программы является организация в республике производства

сверхтвердых материалов и изделий из них взамен импортируемых из стран СНГ. В настоящее время нами разработана группа КАМ и технология изготовления из них алмазных кольцевых сверл большого диаметра (до 180 мм) для сверления отверстий в железобетонных строительных конструкциях, керамзитобетонных и кирпичных панелях; алмазные бруски типа АПС и фрезы диаметром 95 мм для шлифования плит из строительных материалов и природного камня; отрезных дисковых пил сегментной формы и со сплошной кромкой для резки природного камня (гранита, мрамора и др.), строительных материалов (бетона, железобетонных, мозаичных плит и др.), а также дорожных покрытий; алмазноабразивных кругов для обработки технического стекла, зеркал, природного камня, ферритов, керамики и др. материалов (рис. 3).

Разработанный КАМ имеет гру-

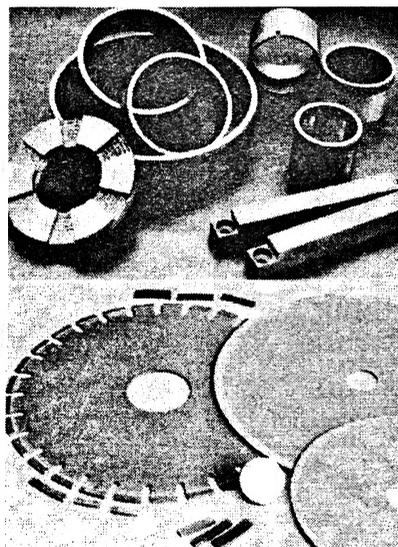


Рис. 3. Алмазный инструмент (кольцевые сверла большого диаметра, бруски, фрезы, отрезные круги с сегментной и сплошной режущей кромкой, для обработки природного камня, строительных материалов в т.ч. железобетона, изготавливаемые НИИ ПМ с ОП.

богетерогенную структуру, в которой частицы алмаза закатаны в твердосплавную оболочку толщиной, соизмеримой с размером частицы, и позволяет повысить режущую способность алмазного инструмента композита при обработке железобетона, когда алмазное зерно может разрушаться при встрече со стальной арматурой. Так, кольцевое сверло диаметром 100 мм, изготовленное из такого материала, имеет длину проходки до полного износа по железобетону 15-20 м.

Благодаря эффективной техноло-

гии алмазный инструмент из такого КАМ имеет повышенный ресурс работы и низкую стоимость. По сравнению с зарубежными аналогами, например, фирмы «Cedima», стоимость таких сверл ниже в 2-3 раза. Повышение стойкости шлифовального инструмента (брусков, фрез) по сравнению с аналогами стран СНГ составляет 1,2-1,4 раза.

Разработана также широкоуниверсальная алмазнометаллическая композиция системы «медь-олово-никель-карбид вольфрама» для резки строительных материалов и горных пород, отделочных, строительномонтажных, дорожно-строительных работ, резки асфальта, асфальтобетона, тротуарной и облицовочной плитки. Идеей разработки явилось создание на базе известной композиции «медь-олово-никель», используемой в инструменте для резания достаточно мягких малоабразивных материалов (стекло, мрамор, известняк и т.д.), нового материала, в котором повышение износостойкости достигается за счет увеличения содержания никеля и олова, а также введением в состав дополнительного абразива в виде частиц литого карбида вольфрама.

Применение плакирования алмазных порошков вносит значительный вклад в повышение стойкости инструмента за счет высокой адгезии материала связки к алмазу. Композиция характеризуется хорошей уплотняемостью при спекании под давлением (пористость 0,5-2%), возможностью применения природных и синтетических алмазов, обеспечивая эксплуатационную стойкость и производительность на уровне лучших зарубежных композиций при существенно меньших ценах на инструмент. Такие композиты находят применение также для изготовления стеклообрабатывающего фасонного инструмента: кругов углового и радиусного профиля, отрезных сегментных кругов, со сплошной кромкой, сегментов и штрипсов).

Выпуск такого инструмента освоен в НИИ порошковой металлургии.

Широкое применение в промышленности нашла инструментальная и конструкционная оксидная керамика. Одной из наиболее характерных областей ее применения является высокотемпературная техника. Сохранение высоких прочностных характеристик при высоких температурах, а также высокая термическая стойкость ряда керамических материалов позволяют использовать их в огнеупорной промышленности, при изготовлении инструмента, на-

гревателей, огнеупорных насадок сварочных горелок, распылительных форсунок плазмотронов и т.д.

Применение керамики для различных целей вызывает необходимость различных подходов при разработке технологии. Так, от конструкционной и инструментальной керамики требуется высокая плотность, прочность межфазных и межзеренных границ, равномерность распределения структурных составляющих, высокая твердость и сопротивление распространению трещин.

Разработаны оксидные керамические материалы и технология изготовления из них инструмента для станков калибровки проволоки черных и цветных металлов. В процессе исследований получены высокопрочные, вязкие композиционные материалы на основе оксида алюминия, армированного дисперсными частицами стабилизированного с помощью оксида магния оксида циркония, работающих в условиях высоких истирающих нагрузок. Технология изготовления калибровочного инструмента, включающая диспергирование синтезированных порошков, формование заготовок в условиях одноосного сжатия и спекания внедрена в промышленности.

Для оснащения станков по изготовлению искусственных нитей и изделий из них разработаны материалы на основе оксида алюминия, легированного оксидами титана и марганца, с пониженной температурой спекания и с требуемым уровнем эксплуатационных характеристик. В связи со сложной формой изделий технология включает горячее литье пластифицированных порошков для получения нужной формы. Разработаны материалы на основе корунда для изготовления сопел пескоструйных аппаратов, отличающиеся высокой абразивной стойкостью.

Для работы в условиях высоких температур проводятся исследования по синтезу композиционных материалов различного фракционного состава. Разработаны технологические процессы получения насадок газовых горелок, сопел для плазменной металлизации с применением методов изостатического формования изделий. Разработанные керамические материалы, легированные оксидами циркония, иттрия, магния и др., отличающиеся мелкозернистой структурой, высокими физико-механическими свойствами, и успешно применяются в волоочильном инструменте, текстильной промышленности, технике высоких температур и т.д.

Проводятся работы по получе-

нию наноструктурной керамики. Ожидается, что такая керамика за счет достижения высокой степени однородности и обеспечения большого количества межчастичных контактов позволит создать новый класс тугоплавких и износостойких материалов с уровнем физико-химических и функциональных свойств, превышающих традиционные материалы в 1,5-2,0 раза, а также магнитных и изолирующих материалов для электротехники и электроники с электрофизическими параметрами, превышающими традиционно используемые материалы в 1,3-1,8 раза. Это позволит расширить номенклатуру керамических изделий в инструментальном производстве точном приборостроении, электронике и электротехнике.

В настоящее время нами проводятся работы в области создания нового класса керамических материалов со структурой, так называемых, псевдо- или фотонных кристаллов на основе кластерных, моно- и наноразмерных, сферических частиц оксидов. Разработаны процессы синтеза монодисперсных порошков оксида кремния с требуемыми характеристиками, методы формования из них образцов в поле действия центробежных сил, процессы их термической обработки. Полученные образцы имеют правильную псевдокристаллическую структуру, а их оптические свойства проявляют спектрально-селективный характер. Материалы, обладающие оптическими свойствами фотонных кристаллов могут быть использованы в различного рода оптических приборах в качестве спектрально-селективных элементов, покрытий, подавляющих нежелательные области спектра в осветительных приборах и электронно-лучевых трубках, в линиях оптико-волоконной связи и т.п.

Широкое применение в акустических системах, динамиках, герконах, в электродвигателях, в том числе стартерных, а также магнитных защелках, бытовой технике, медицине имеют постоянные магниты ферритного класса. Мировое производство их составляет свыше 100 тыс. тонн в год и в десятки раз превышает выпуск постоянных магнитов других классов.

Нами выпускаются изотропные и анизотропные ферриты бария и стронция в виде пластин, колец и сегментов. Изотропные ферриты в виде колец могут намагничиваться в радиальном и аксиальном направлениях. Анизотропные ферриты в виде колец имеют максимальную намагниченность в аксиальном направлении. При необходимости радиальной намагниченности кольца заменяются на сегменты.

Для повышения магнитных ха-

Поздравляем ветеранов

Александр Степанович
БОГДАН



Родился в 1923 г. в д. Рачковичи Слуцкого района Минской области. В мае 1941 г. по направлению Краснослободского райво-

енкомата и рекомендации райкома комсомола А.С.Богдан был зачислен в Минское Краснознаменное танковое училище им. М.И.Калинина, которое в начале Великой Отечественной войны эвакуировано в г. Ульяновск.

В июне 1942 г. лейтенант Богдан прибыл в 17-й танковый корпус, который занимал оборону в г. Воронеже. В октябре 1942 г. получил тяжелое ранение. По выздоровлении служил командиром взвода Чкаловского танкового училища самоходной артиллерии, где и встретил праздник Победы.

После войны поступил в Белорусский политехнический институт, который успешно окончил в 1950 г. Работал в тресте № 2 Главпромстроя. С июня 1953 г. по июнь 1969 г. — на партийной работе: инструктор Минского обкома КПБ, второй секретарь Фрунзенского райкома КПБ, первый секретарь Молодечненского горкома КПБ.

С 1969 по 1976 гг. работал заместителем Председателя Комитета Народного Контроля БССР. В феврале 1976 г. назначен Председателем государственного Комитета БССР по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору.

За заслуги перед Родиной награжден орденами Отечественной войны I и II степени, орденом Трудового Красного Знамени, орденом Знак Почета, 10-ю медалями.

После выхода на пенсию участвует в работе Республиканской ветеранской, Минской городской и Советской районной ветеранской организаций.

рактических феррита стронция используются легирующие добавки. Введение их обеспечивает повышение остаточной магнитной индукции, коэрцитивной силы по индукции, максимального энергетического произведения.

В НИИ порошковой металлургии организовано опытно-промышленное производство ферритостронцевых сегментных магнитов для стартеров автомобильных двигателей, которые поставляются АО «Завод БАТЭ».

Разработанные магниты соответствуют некоторым маркам магнитов ведущих фирм (например, марке TАС40-34 фирмы «Tongkook», Корея).

Уникальным сочетанием электромагнитных свойств обладают магнитомягкие ферриты. Они нашли широкое применение в электро- и радиотехнике, автоматике, телемеханике и др. отраслях промышленности.

Основные потребители магнитомягких ферритов в Республике являются: ПО «Горизонт», ПО «Витязь», ПО «Интеграл», БелВАР, МПОВТ, ПО «Радиоволна», БПО «Экран», БЭМЗ, заводы «Промсвязь», «Калибр», «Термопласт», НИИСА, Гомельский, Брестский, Могилевский, Молодечненский, Оршанский радиозаводы и др.

Основная научная идея проводимых работ состоит в создании магнитомягких ферритов с требуемым комплексом электромагнитных параметров под определенный класс радиотехнических изделий узкого назначения. Проведены исследования по повышению свойств низкочастотных магнитомягких ферритов с округлой петлей гистерезиса на базе ферритного порошка марки 600 НН, легированного соединениями кобальта и лития. Установлено, что при введении СоС увеличивается рабочий диапазон частот, уменьшается тангенс угла магнитных потерь и зависимость начальной магнитной проницаемости от температуры окружающей среды, повышается электрическое сопротивление. Так, добавка СоС позволяет уменьшить начальную магнитную проницаемость феррита марки 600 НН до 400 Гс/Э и одновременно повысить добротность измерительной катушки до 160. Установлено, что легирование исходного ферритового порошка соединениями лития позволило получить на промышленном порошке начальную магнитную проницаемость, относительный тангенс угла магнитных потерь при амплитудных значениях напряжен-

ности магнитного поля на частоте 100 Гц.

Проведены комплексные исследования по разработке технологий получения из низкочастотных магнитомягких материалов различной конфигурации: кольцевых, стержневых, трубчатых, пластинчатых и гантельных сердечников. Ферриты изготавливали методами статического прессования полусухих масс, экструзии пластифицированных масс и литья под давлением термопластических масс.

Разработанные ферритовые материалы в соответствии со спецификацией IEC и стандартами ISO аналогичны материалам марок 10G и 16G, выпускаемыми ведущими западными фирмами «Siemens» (Германия) и «Phillips» (Франция). Сердечники на их основе предназначены для работы в узлах радиоэлектронной техники в слабых синусоидальных полях в диапазоне частот до 2,0 МГц. В частности это магнитопроводы, катушки постоянной и переменной индуктивности, импульсные и широкополосные трансформаторы различного назначения, магнитные усилители, преобразователи переменного и постоянного напряжения, магнитные антенны радиоприемной и передающей аппаратуры для всех диапазонов радиоволн (от сверхдлинных до УКВ, дроссели, линии задержки радиотехнических устройств, катушки индуктивности, подстроечники изменения индуктивности и добротности контуров, электромагнитные концентраторы для высокочастотной сварки труб.

В условиях современного производства все большее значение приобретают технологии, позволяющие на базе традиционных недефицитных и относительно дешевых материалов создавать покрытия, обладающие улучшенным комплексом физико-механических и служебных свойств. Нами в последние годы интенсивно развиваются работы по микроплазмохимической обработке поверхностей деталей машин и механизмов. Новизна разработки состоит в целенаправленном преобразовании микроструктуры поверхности изделий и формирование на ней композиционных металлических, твердосплавных и керамических покрытий.

Используются две базовые технологии: электроискрового легирования с ультразвуковым модифицированием электропроводящих материалов (ЭИЛ+УЗМ); и анодного микродугового окисления в сочетании с электроискровым осаждением различных химических элементов (АМДО). Они обеспечивают

- создание на поверхности

стальных изделий эрозионно-, коррозионно-, износо- и теплоустойчивых покрытий;

- восстановление изношенных деталей, работающих в жестких пределах допусков (например, плунжера топливного насосов).

Характеристика: толщина покрытий: ЭИЛ+УЗМ - от 1 до 2 мкм; АМДО - от 1 до 100 мкм;

твердость обработанной поверхности после обработки - твердосплавные покрытия 70-74 HRC; керамические покрытия 72-76 HRC; шероховатость обработанной поверхности - в пределах от 0,5 до 3,5 мкм; пористость покрытий - 0,5-2%.

Изучение механизма направленного воздействия микроплазмохимической обработки на процессы структурообразования материала основы показало, что определяющее воздействие на образование покрытия с требуемым уровнем рабочих характеристик оказывает схема обработки ЭИЛ+УЗМ, а при АМДО - химический состав электролита.

Износостойкие твердосплавные покрытия повышают ресурс работы металлорежущего, штампового, деревообрабатывающего инструмента (рис.14) в среднем в 2-5 раз. Создание теплоизоляционных, диэлектрических керамических покрытий на поршнях топливных насосов улучшает эксплуатационные характеристики и повышает срок службы в несколько раз. Применение поршней с керамическим покрытием, сформированным методом АМДО, приводит к возрастанию ресурса двигателя с 8000 до 12000 час.

В перспективе планируется существенно развить работы по разработке технологий получения высокоплотных конструкционных деталей на железной основе повышенной сложности с применением метода теплой деформации предварительно спрессованных пластифицированных заготовок; антифрикционных и фрикционных изделий с повышенной несущей способностью для работы в тяжелых условиях температурно-силового воздействия; высокоэнергетических постоянных магнитов на основе модифицированных составов феррита стронция, магнитомягких ферритов с повышенными функциональными свойствами; различного алмазного инструмента повышенной работоспособности для обработки твердых сплавов, природного камня, строительных материалов, абразивных кругов и т.п., а также керамических материалов наноструктурного уровня.

ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В БЕЛАРУСИ - 40 ЛЕТ

(Начало на 2-й стр. обложки). разработать оригинальные технологии производства матриц ударного выдавливания и сложнопрофильной заготовки коллектора электродвигателя постоянного тока. Лицензия на производство заготовки коллектора продана в ФРГ, Францию, Испанию, а данная разработка признана лучшей в 1997 году и удостоена премии Европейской ассоциации порошковой металлургии.

В отделении машиностроительных материалов НИИ ПМ с ОП (руководитель Звонарев Е.В.) широкое развитие получили разработки новых конструкционных и инструментальных материалов и их внедрение в производство. Среди них: порошковые материалы и технологии изготовления из них высокоплотных стальных деталей; спеченной инструментальной стали повышенной износостойкости для оснастки холодной объемной штамповки цветных металлов и сплавов; изотропные и анизотропные магниты; магнитомягкие ферриты для работы в слабых и сильных магнитных полях с заданным комплексом электромагнитных параметров; износостойкие порошковые керны из безвольфрамовых твердых сплавов на основе карбидов хрома для формования пустотелого кирпича; изделия из оксидной, нитридной и карбидной керамики для работы при повышенных температурах, термоударах, при силовых и абразивных нагрузках; алмазный инструмент для обработки камня, стекла, бетона; новые материалы с микрокристаллическими структурами.

Разработки теоретических и технологических основ получения пористых проницаемых материалов, выполненные академиком Витязем П.А., д.т.н. Шелегом В.К., д.т.н. Капшевичем В.М. и экспериментальные исследования, под руководством которых выполняли к.т.н. Р.А. Кусин, к.т.н. В.В. Мазюк, к.т.н. Л.П. Пилиневич, к.т.н. В.В. Савич, к.т.н. А.Н. Леонов, к.т.н. К.Е. Белявин, к.т.н. В.М. Александров, А.Л. Рак, к.т.н. О.Л. Сморого позволили создать класс уникальных пористых материалов из порошков и волокон меди, брон-

зы, железа, нержавеющей стали, никеля, титана, алюминия, сетки и керамики с регулируемой пористостью и другими свойствами. По тематике пористых порошковых материалов (ППМ) в институте опубликованы 4 монографии. ППМ и изделия из них внедрены на предприятиях Челябинска, Москвы, Харькова, Донецка, Новосибирска, Минска, Могилева, Витебска, поставляются на экспорт в дальнее зарубежье.

В 1978 г. подразделение «Защитные покрытия» в НИИ ПМ было выделено в отдельное направление. Разработка новых материалов (легирующих и наплавочных составов) для нанесения покрытий и создание газопламенной установки (с элементами автоматизации) позволили в короткие сроки получить ряд приоритетных научных результатов, позволяющих прогнозировать свойства наносимых покрытий. Исследования, которые проводили к.т.н. Ходасевич В.Г., Бабаевский А.Н., к.т.н. Рывтинский А.И., д.т.н. Ивашко В.С., д.т.н. Куприянов И.Л., д.т.н. Ильющенко А.Ф., Манойло Е.Д., Голиков Б.С., к.т.н. Верстак А.А., к.т.н. Волосенков В.М., к.т.н. Буров И.С., к.т.н. Соболевский С.Б., к.т.н. Шевцов А.И., к.т.н. Талако Т.Л. способствовали совершенствованию установок газопламенного напыления и плазмотронов, механизации и автоматизации процессов напыления, развитию методов плазменного напыления в динамическом вакууме и под водой, технологий и устройств для нанесения ионно-плазменных покрытий на режущий инструмент и на зубные протезы, нанесения тепло- и светозащитных покрытий на оптику. В последние 10 лет достигнуты большие успехи в области развития теории процессов формирования газотермических покрытий с заданным комплексом свойств.

В значительной степени успех и результативность НИР в НИИ ПМ обусловлены обеспечением их выполнения новейшим (в свое время) уникальным научно-исследовательским специализированным оборудованием. Благодаря усилиям руководителей института и концерна проводились закупки оборудования на международных выставках, приобретение зарубежного оборудования в лизинг, по бартерным контрактам. Комплексный подход к

Поздравляем ветеранов

Николай Леонидович
ГОНЧАР



Героический трудовой и боевой путь прошел Н.А. Гончар, полковник в отставке. Николай Леонидович родился в 1922 г. в д. Лютовичи Копыльского района. В 10

лет остался без родителей и с этого времени начал трудиться: каждый сезон пас скот в колхозе.

В 1936 г. с младшим братом переехал в г. Сталинград, где учился, а затем работал слесарем-сборщиком в авиационной мастерской. В 1942 г. по окончании Сталинградского училища связи был направлен на фронт. Воевал на Калининском, Северо-Западном, Брянском фронтах, на Орловско-Курской дуге, участвовал в освобождении Белоруссии, в Восточно-Прусской операции, в штурме г. Кенингсберга, где и встретил День Победы.

После Великой Отечественной войны продолжал служить в рядах Советской Армии, окончил Краснознаменную Академию связи, был начальником отдела радиосвязи Краснознаменного Белорусского военного округа. За новшества в организации связи ему присвоено звание «Почетный радист Советского Союза», он награжден двумя орденами Отечественной войны II степени, орденом Красной Звезды, орденом «За службу Родине в Вооруженных Силах СССР» III степени и многими медалями.

Николай Леонидович Гончар является заместителем председателя общественной ветеранской организации Советского района г. Минска, проявляет большую заботу о жизни ветеранов, постоянно бывает в трудовых коллективах, учебных заведениях, участвует в военно-патриотическом воспитании молодежи.

проведению всех исследований благодаря созданию в НИИ ПМ с ОП специализированного подразделения, предназначенного для централизованного аналитического обеспечения проводимых научно-исследовательских и опытно-технологических работ, обеспечивающих их высокое качество исследований. В настоящее время на базе этого отдела создан испытательный центр коллективного пользования. В Центре имеются: лаборатория металлофизики, лаборатория химико-спектрального анализа, лаборатория элект-



роннозондового анализа, отдел управления качеством и сертификации. Подразделением руководит специалист высочайшей квалификации к.т.н. Чекан В.А.

Разработки НИИ ПМ с ОП реализованы во всех отраслях промышленности Республики Беларусь и бывшего СССР. Наиболее прогрессивные из них переданы Молодечненскому заводу порошковой металлургии. По технологиям, разработанным в концерне в республике было создано более 30 участков порошковой металлургии и нанесены защитных покрытий.

Белорусская научная школа порошковой металлургии стала фундаментальной и обладает высоким научным потенциалом. На базе НИИ ПМ в Минске с непосредственным участием многих зарубежных научных центров и фирм, работающих в области порошковой металлургии с 1973 г. регулярно через 4 года проводятся специализированные выставки. Последняя состоялась в марте 1997 г. Разработки НИИ ПМ постоянно демонстрируются на отечественных и зарубежных выставках и ярмарках.

Концерн и НИИ ПМ за результаты научных исследований и внедрение высокоэффективных разработок в производство неоднократно оценивались и награждались Минвузом СССР и Беларуси, Премиями СМ СССР и БССР, международными призами и пре-

миями. В 1980 г. -премией «Золотой Меркурий», в 1997 – призом Европейской Ассоциации порошковой металлургии за лучшую разработку.

Одним из показателей высокого научного уровня нашего коллектива является выход печатной продукции. Институтами концерна издано за 40 лет более 30 монографий, свыше 5000 научных статей, получено почти 2000 авторских свидетельств и патентов. В 1977 г. НИИ ПМ с ОП издает ежегодный сборник научных работ «Порошковая металлургия», а НИИ сварки – сборник «Сварка и родственные технологии».

В настоящее время в НИИ ПМ с ОП работает около 400 человек, из них более 100 – научные работники, в том числе 44 кандидата и 6 докторов технических, химических и физико-математических наук, 2 академика НАНБ.

В связи с активным развитием в республике порошковой металлургии и необходимостью подготовки специальных кадров в 1976 г. организована кафедра «Порошковая металлургия» в БПИ.

По тематике порошковой металлургии выполнены 25 докторских диссертаций и более 100 кандидатских. Школа молодых ученых постоянно пополняется выпускниками ВУЗов и соискателями профильных производств. Ежегодно в аспирантуру поступают 3-4 человека и в соискатели – 2-3, а также ежегодно представляются к защите 2-3 – диссертации. Сейчас в НИИ ПМ с ОП 12 аспирантов, 14 соискателей, 3 докторанта.

Концерн и НИИ ПМ с ОП в течение всего периода развития порошковой металлургии в Беларуси тесно сотрудничает с исследовательскими центрами и фирмами зарубежных стран, в том числе в США, Германии, Великобритании, Швеции, Японии, Франции, Индии, Испании, Китае, Корее, Польше. Ежегодно в НИИ ПМ выполняется 5-7 контрактов на поставку научной продукции, 3-4 двусторонних программы и совместных проекта.

Анализ современного состояния рынка порошковой металлургии в Республике Беларусь показывает, что устойчивым спросом пользуется та продукция, которую трудно либо невозможно получить традиционными технологиями. В первую

очередь – это композиционные многокомпонентные антифрикционные материалы (подшипники скольжения, втулки, вкладыши), фрикционные диски и накладки, постоянные магниты для электротехники, ферриты для сердечников индукционных элементов, конструкционная и инструментальная керамика, сверхтвердые материалы, пористые материалы для фильтрации, диспергации, глушения шума, тепло- и массопереноса. Большой интерес проявляют предприятия Беларуси к технологиям ремонта и восстановления деталей и узлов машин и механизмов, упрочнения деталей, режущего и деформирующего инструмента методами плазменного и газопламенного напыления, АМДО, электродуговой наплавкой, вакуумными методами. Данная продукция является конкурентоспособной, несмотря на существующую значительную разницу в уровне цен на приобретение по импорту сырья (порошки железа, олова, меди, дисульфида молибдена, стеарата цинка) за СКВ и отпусковую цену на готовую продукцию в рублях РБ.

Определенным спросом пользуются детали электротехнического назначения – коллектора двигателей постоянного тока, электроконтакты, вставки токосъемников троллейбусов и т.п.

Конструкционные высокоплотные детали на основе железа конкурентоспособны только при двух условиях: выпуске больших партий (когда становится выгодной экономия материальных и трудовых ресурсов), производстве деталей сложной формы.

Большой проблемой является поставка сырья, поэтому импортозамещение, освоение производства отечественного порошка железа и стали представляет большой практический интерес. Это подтверждено устойчивым сбытом фрикционных элементов, вставок токосъемников троллейбусов, производимых из композиций на основе порошка, полученного из отходов стали ШХ15 по разработанной ранее в институте технологии, что обусловлено не только высоким качеством, но и достаточно низкой ценой продукции. В этой связи планируется передача технологии производства фрикционных дисков для трактора МТЗ из восстановленного порошка стали ШХ15 МолЗПМ в рамках совместно выполняемого инвестиционного проекта, что позволит повы-

свить конкурентоспособность продукции завода.

В то же время, с учетом годовой потребности в наиболее массовом железном порошке в Республике Беларусь на уровне 1500-2000 т планируется рассмотреть возможность организации его производства по одной из известных технологий (распыление чугуна, восстановление окалины).

На повышение конкурентоспособности продукции, а также увеличения объема выполняемых работ влияет переход от производства отдельных деталей к выпуску готовых узлов, комплектующих, продукции максимальной степени готовности, не требующей доработки Заказчиком, готовой к немедленному монтажу.

Среди перспективных направлений исследований в институте, соответствующих современным общемировым тенденциям порошковой металлургии, следует отметить работы в области: инъекционного формования деталей водозапорной арматуры из алюмооксидной керамики; теплового формования порошков и деформирования предварительно спрессованных заготовок; горячего доуплот-

нения сердечников магнитопроводов; золь-гель технологии получения наноматериалов с селективными оптическими свойствами, технологии формования и спекания керамических материалов с сохранением нанокристаллической структуры; технологии получения порошковых капиллярных структур тепловых мини-труб и канальных порошковых структур тепловых насосов большой мощности. В отдельное направление выделяются работы по созданию материалов и конструкций дентальных, ортопедических, офтальмологических, кардиологических имплантатов, используемых для хирургического лечения широкого спектра заболеваний, а также по разработке технологий нанесения биосовместимых и биоактивных покрытий на имплантаты.

В соответствии с указанными выше направлениями и тенденциями в институте проводятся научно-исследовательские работы в рамках ГНТП, ГПФИ, отдельных проектов.

Наша статья дополняется выступлениями руководителей лабораторий, в которых отдельные вопросы освещены более детально.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.А. ПАК,

зав. отделением пористых материалов



Необходимость создания технологии пористых материалов диктовала промышленность. В связи с этим в 1972 году была создана группа, в 1977 году - лаборатория, а в 1982 году - отделение "Пористых материалов".

Первыми разработками стали фильтрующие элементы для Могилевского ПО "Химволокно" вза-

мен импортных, а также разработка новых проницаемых материалов.

За прошедшие годы наблюдался неуклонный рост научного потенциала отделения. Под руководством Витязя П.А., Шелега В.К. и Капцевича В.М. была создана научная школа пористых материалов известная в мировых научных кругах. Непосредственно в штате отделения в разное время работали 21 кандидат наук и 3 доктора наук, 15 из которых защитили свои диссертации на базе отделения.

Сотрудниками отделения подготовлены и изданы 5 монографий и 3 справочника по проблемам пористых материалов.

Большой объем научно-исследовательских и опытно-технологических задач и их результативность

Поздравляем ветеранов

Петр Васильевич
ЗЫЛЬ



С 1941 г. Петр Васильевич воевал в партизанском отряде «Знамя» бригады «Разгром». С 1944 г. - боец 18 гвардейской танковой бригады.

В начале 1945 г. в бою был тяжело ранен.

После выздоровления поступил на учебу в Белорусский политехнический институт. Работал мастером, начальником цеха, главным технологом завода «Красный Октябрь» Оршанского района, а затем главным технологом управления электро-технической промышленности Совнархоза БССР, директором завода «Калибр» в г. Минске, генеральным директором Белорусского оптико-механического объединения. За весомый вклад в освоение космической техники Зылю П.В. присвоено звание Героя Социалистического труда, он награжден медалью имени Сергея Королева, дважды лауреат Государственных премий СССР, заслуженный машиностроитель БССР, избирался депутатом Верховного Совета БССР, Минского городского и ряда районных Советов народных депутатов г. Минска. Петр Васильевич всегда в гуще масс, пользуется высоким авторитетом в коллективах, где он работал. Является автором двух изобретений.

За заслуги перед Родиной награжден пятью орденами, 16 медалями. В настоящее время он на заслуженном отдыхе, но не прерывает связь со своим коллективом, продолжает передавать приобретенные богатые знания и опыт молодым.

привели к тому, что НИИ ПМ с ОП и, соответственно, отделение пористых материалов, был назначен головным институтом по проблеме пористых материалов в СССР.

Научные и технологические разработки отделения пористых материалов были внедрены не только в Республике Беларусь и в странах СНГ, но и в странах дальнего зарубежья: Болгарии, Китае, Индии, Италии, Германии, Израиле, Франции и других.

За успехи в развитии работ по разработке и внедрению новых прогрессивных материалов и изделий из них сотрудники отделения Витязь П.А., Шелег В.К., Капцевич В.М., Рак А.Л., Кусин Р.А., Словыреский О.И., Пилиневич Л.П., Александров В.М., Белявин К.Е., Леонов А.Н., Медведев В.Б., Бокань Г.А. и другие были удостоены премии Совета Министров СССР и Госпремии БССР, премии Ленинского комсомола и многочисленных наград на выставках ВДНХ.

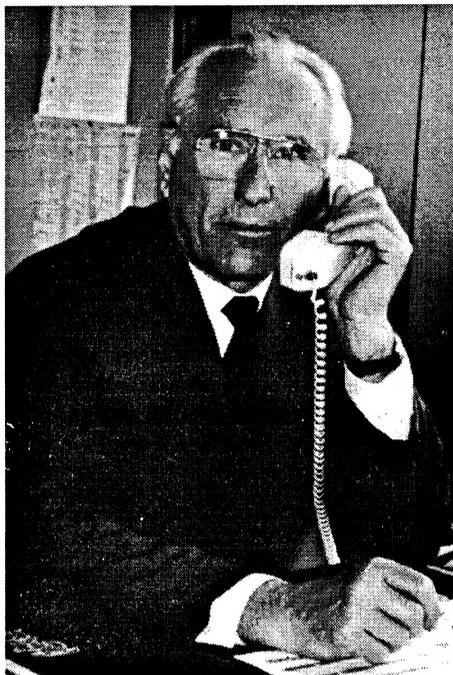
В настоящее время в отделении - 5 научно-исследовательских лабораторий.

Лабораторией процессов, оборудования фильтрации и сепарации (заведующий - к.т.н. Пилиневич Л.П.) полностью решены задачи, связанные с разработкой и изготовлением фильтров для предварительной и тонкой очистки масел, топлив, технологических вод, конденсата энергетических установок. Разработаны фильтры разной производительности для тонкой очистки технологических и природного газов, очистки и осушки воздуха, очистки промышленных газовых выбросов от твердых частиц и аэрозолей. Также разработаны пористые элементы из порошков титана, коррозионно-стойкой стали, бронзы для диспергации газовой фазы в жидкости в аэротентах, химических и биохимических реакторах, флотаторах, системах озонирования воды; для глушителей шума всасывания и стравливания компрессорных установок, сброса воздуха из пневмосистем; для приборов газового анализа; горелок и другой газовой аппаратуры.

Разработаны технологии по переработке спеков, рафинированию и измельчению синтетических алмазных порошков и порошков сверхтвердых мате-

риалов, разработано и изготовлено оборудование для измельчения сверхтвердых материалов и их классифицирования (в том числе в ультрадиперсном состоянии). Освоено производство шлифпорошков и полировальных паст.

Созданы высокоэффективные пористые капиллярные структуры и технологии производства тепловых труб, предназ-



П.А. Витязь

наченных для работы в условиях неблагоприятного действия сил тяжести. Достоинства тепловых труб: высокая теплопередающая способность; превосходная способность к удержанию теплоносителя в капиллярной структуре при динамических силовых нагрузках. Освоено производство теплопроводов на основе тепловых труб, предназначенных для естественно-конвективного и принудительно-конвективного воздушного охлаждения силовых полупроводниковых приборов с токовой нагрузкой от 300 до 2000 А. Высокая эквивалентная теплопроводность, небольшие габариты и масса тепловых труб позволили создать на их основе теплоотводы, имеющие на 20-40% меньшие массо-габаритные характеристики, чем традиционно применяемые для охлаждения цельнометаллические радиаторы из прессованного алюминиевого порошка.

Деятельность лаборатории электрофизических процессов (заведующий - к.т.н. Белявин К.Е.) свя-

зана с исследованием и разработкой процессов получения пористых изделий из порошков тугоплавких металлов с использованием электроимпульсного спекания (ЭИС). Разработана теория процесса ЭИС порошковых материалов, устанавливающая связь между характеристиками спеченного порошка и параметрами процесса ЭИС. На основании проведенных исследований разработаны и внедрены новые технологические процессы, оборудование и средства технологического оснащения для получения пористых изделий из порошков тугоплавких металлов. Разработана технология получения ниобиевых и танталовых объемнопористых анодов конденсаторов методом ЭИС, которая позволяет сократить ряд трудоемких технологических операций и значительно повысить рабочие параметры конденсаторов. Сконструирована и изготовлена автоматическая установка получения объемнопористых анодов методом ЭИС производительностью 1200 штук в час.

В медицине эффективными оказались пористые изделия, изготовленные методом ЭИС из сферических порошков титана и композиций этих порошков с компактным титаном. Они используются в ортопедической стоматологии в качестве дентальных и челюстно-лицевых имплантантов, пластин для эндопротезирования нижней челюсти, в кардиологии в качестве пористых контактных головок эндокардиального электрода для постоянной электростимуляции сердца. Внедрение этих изделий основано на высокой коррозионной стойкости и биологической совместимости титановых материалов с клетками живой ткани, при этом происходит их прорастание в поровое пространство изделий, тем самым образуется прочная связь. Преимуществом является то, что в поровое пространство изделий можно помещать необходимые лекарства, а пожизненная имплантация уменьшает травматичность операций и сроки реабилитации больных.

Деятельность лаборатории сетчатых материалов (заведующий - к.т.н. Александров В.М.) связана с разработкой и исследованием свойств сетчатых материалов на основе металлических во-

локон с высоким комплексом физико-механических свойств. Основные направления работ по внедрению разработанных материалов сосредоточены в областях: фильтрации газов, полимеров, различных агрессивных жидкостей; разработке огнепреграждающих элементов газовой аппаратуры; материалов для имплантации; исследований по разработке коронарных стенов для эндоскопической терапии ишемической болезни сердца.

Деятельность лаборатории фильтрующих материалов (заведующий – к.т.н. Кусин Р.А.) связана с разработкой научных основ оптимизации структуры и свойств порошковых фильтрующих материалов (ФМ): разработкой научных основ создания эффективных порошковых ФМ с переменным порораспределением, исследованием и разработкой процессов их получения, оборудования и устройств с использованием ФМ на основе металлических порошков и других материалов.

В активе лаборатории:

– модель порошкового ФМ, позволяющая связать параметры структуры (расстояние между центрами частиц, углы их укладки, размеры пор, коэффициенты проницаемости, тонкость фильтрации, грязеемкость, ресурс работы);

– технология получения ФМ в виде пластин (из порошков бронзы) с использованием в качестве оснастки необработанных листов коррозионно-стойкой стали; длиномерных трубчатых фильтроэлементов (из порошков бронзы); титановых (порошок марки ПТХ) и никелевых (порошок марки ПНЭ) фильтроэлементов с использованием пресс-автоматов; фильтроэлементов (из порошков бронзы) путем прессования; двухслойных фильтроэлементов из порошков никеля, титана, коррозионно-стойкой стали, бронзы;

– разработаны конструкции фильтрующих патронов на базе чечевицеобразных элементов; шелевого фильтра, длиномерных и крупногабаритных фильтроэлементов, фильтров для очистки и стерилизации воздуха, пара, конденсата, аммиачной и питьевой воды, технологической воды.

Разработанные изделия из ФМ нашли широкое применение на многих предприятиях республики, стран СНГ и ближнего зарубежья для очистки воздуха и агрессивных газов, технических масел, воды, фильтрации и гомогенизации расплавов полимеров, глушения шума, охлаждения синтетических нитей, озонирования воды, замасливания нитей, укупорки пробирок, огнепреграждения.

ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ



*В.С. ИВАШКО,
зав. отделением защитных покрытий*

ла либо теряются безвозвратно в виде продуктов коррозии и износа, либо обращаются в металлолом. Потери рабочего времени из-за поломок оборудования составляют около 80% общего времени простоев. Эксплуатационные расходы приближаются к стоимости самого оборудования.

В связи с вышесказанным технически и экономически целесообразно реализовать комплексный подход к выбору материалов. Механическая прочность детали гарантируется за счет применения одного материала, а сопротивление воздействию внешних факторов (коррозии, износу и др.) обеспечивается локальным формированием

Защита деталей машин и металлоконструкций от коррозии и износа, повышение долговечности машин и механизмов относятся к числу важнейших интернациональных проблем. Около 30% ежегодной выплавки метал-

Поздравляем ветеранов

Тамара Васильевна ИЗМАЙЛОВА



Родилась в 1922 году, москвичка.

В 15 лет, после окончания 8 классов, поступила ученицей на ватнообтироч-

ную фабрику им. Сакко и Ванцетти. Работала на разных предприятиях г. Москвы. С начала Великой Отечественной войны, работая на Московском автомобильном заводе, участвовала в организованных оборонительных мероприятиях в г. Москве. В 1942 г. Таганский РВК по ее заявлению призвал на службу в Красную Армию и направил в действующую армию. Она служила в политуправлении Юго-Западного фронта, а затем в штабе 9-ой отдельной истребительной противотанковой артиллерийской бригады Юго-Западного и Третьего Украинского фронтов. Ей присвоено воинское звание – лейтенант. Награждена орденом Отечественной войны II степени, медалями «За боевые заслуги», «За победу над Германией» и др.

С 1961 г. работала в физико-техническом институте АН БССР старшим инженером по кадрам и спецработе, заведующей канцелярии и на других должностях.

В настоящее время участвует в работе ветеранской организации института. Неоднократно поощрялась за добросовестный труд. Награждена Почетной Грамотой Республиканского совета ветеранов за участие в военно-патриотическом воспитании молодежи.

на ее поверхности тонких слоев со специальными функциональными свойствами. При этом возможно создание изделий с уникальным сочетанием свойств, недостижимым при использовании традиционных конструкционных материалов, например, износостойкость, жаропрочность и жаростойкость, аморфное состояние поверхности.

В 1979 году на базе лаборатории износостойких покрытий был создан отдел защитных покрытий. Отдел включал группы плазменного и газопламенного напыления, которые затем переросли в соответствующие лаборатории.

Большой вклад в развитие отдела и разработку теории технологических процессов формирования защитных слоев методами газотермического напыления внесли Роман О.В., Витязь П.А., Дорошкевич Е.А., Куприянов И.Л., Ивашко В.С., Ильюшенко А.Ф., Голиков В.С., Манойло Е.Д., Волосенков, Буров И.С., Верстак А.А., Голубев В.В., Соболевский С.Б., Беляев А.В., Шевцов А.И., Ходосевич В.Г., Бабаевский А.Н., Рывтинский А.Н., Архипов В.В. и др.

Белорусской школой ученых достигнуты определенные успехи в области развития теории процессов формирования газотермических процессов, которые получили всемирное признание, в том числе среди ведущих научных школ Западной Европы и Северной Америки. В рамках международных проектов EWISCO, INTAS, COPERNICUS

проводится широкий спектр исследований по разработке теоретических и технологических аспектов процессов нанесения защитных газотермических покрытий. Впервые разработаны физико-математические модели движения и нагрева распыляемых частиц, модели формирования покрытия в условиях рабочих сред заданного состава и давления, адекватно отражающие реальные процессы напыления. Они позволили установить взаимосвязь между параметрами напыления и свойствами сформированного слоя. Это в свою очередь позволило опреде-

лить основные направления повышения эффективности формирования покрытий. Под руководством д.т.н., профессора Дорошкевича Е.А. в НИИ ПМ с ОП в 1987-1992 г.г. в рамках международного проекта с фирмой "Spectro" Германия был разработан уникальный диагностический комплекс процессов газотермического напыления, позволяющий оценивать температурно-скоростные параметры распыляемых материалов и осуществлять обратную связь и управление параметрами процессов напыления. Эти работы легли в основу в дальнейшем проводимых совместных исследований с концерном "Sulzer-Metco" Швейцария, который является производителем самого современного в мире оборудования для плазменного напыления.

В отделении "Защитные покрытия" НИИ ПМ с ОП создан комплект аппаратуры для газопламенного напыления и наплавки порошковых материалов, внедренный на многих предприятиях.

Только в ремонтных подразделениях Минлегла БССР создано более 10 специализированных

других деталей узлов трения машин и механизмов. Для восстановления изношенных кулачков распределительных валов и клапанов ДВС была создана специальная наплавочная горелка и технологии газопорошковой наплавки самофлюсующихся сплавов на основе Ni и Co.

В 1990 году создана группа электродуговой наплавки. Разработано и изготовлено оборудование электродуговой широкополосной наплавки с подачей порошкового материала в сварочную ванну на Могилевском ПО «Химволокно», в технологическом центре СИМЕ (Куба).

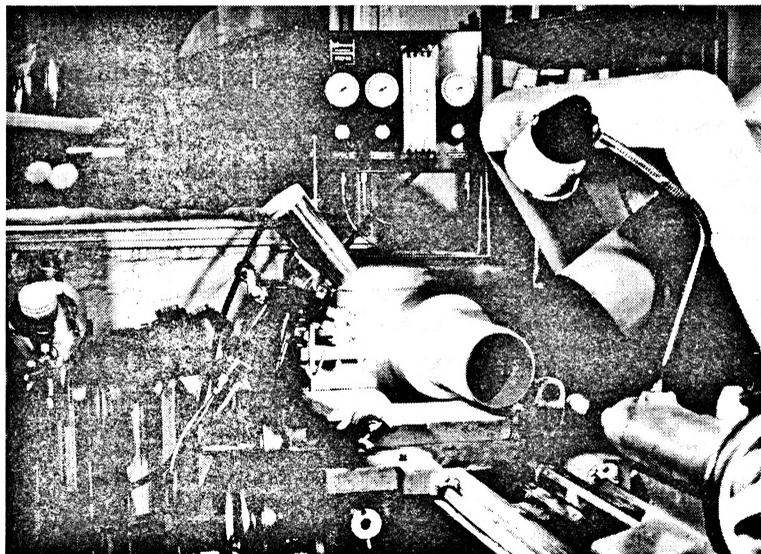
К 1995 г. был разработан специальный модуль к аппарату газопламенного напыления для нанесения антифрикционных покрытий из порошков полимеров и композиций на их основе. Создание дисперсно-упрочненных алмазоподобными включениями покрытий, позволяет защитить от износа детали узлов трения погружных насосов, технологического оборудования, транспортных

средств (например, кольца синхронизатора коробок передач автомобилей и тракторов).

В 1997-98 г. лабораторией разработаны технология и комплект оборудования для газопламенного напыления износостойких покрытий на восстанавливаемые поверхности шеек коленвалов двигателей Д-240, ЯМЗ-КаМАЗ, автомобилей ГАЗ-52 (53) многокомпонентными шнуровыми материалами серий

"Sfecord-EXO" № 30, № 35, № 40 и № 50. Созданы промышленные участки восстановления деталей ДВС на Минском ПО "Автомонтаж", Березовском мотороремонтном и Хойникском ремонтном заводах.

Возможность получения ряда уникальных физико-механических и химических свойств, таких как высокая твердость, прочность и коррозионная стойкость, вызывает большой интерес в мире к напылению покрытий из аморфных материалов. Разработанные в лаборатории технология и аппаратура для напыления раз-



участков газопламенного нанесения покрытий различного назначения

Был разработан полный комплект технологического оборудования для специализированных участков газопламенного напыления, включающий установку струйно-абразивной обработки, установку для напыления покрытий, аппараты для газопорошковой наплавки и напыления покрытий из порошковых и проволоочных материалов, обеспечивающие возможность восстановления и упрочнения валов литья, изношенных шеек распределительных и коленчатых валов ДВС и

личного типа покрытий были поставлены по контрактам с зарубежными фирмами Канады, Израиля и России.

За время работы были созданы композиционные материалы, имеющие патентную защищенность, как в области составов, так и технологий их получения.

Учитывая специфику нашей республики, а именно, отсутствие сырьевой базы для получения металлических порошков, ориентацию промышленных предприятий Белоруссии на машиностроение и ремонтные предприятия, основной упор при разработке композиционных порошковых материалов (КПМ) делался на технологические решения, опирающиеся на использование отходов и недорогих исходных порошковых материалов.

Наиболее успешны в этом направлении работы по созданию самофлюсующихся сплавов, на основе железа для наплавки на детали из чугуна и стали. Они нашли широкое применение при заделке раковин направляющих станин фрезерных и шлифовальных станков, при восстановительном ремонте деталей, работающих в условиях трения. Техническая оснащенность и исследовательская база отдела позволяла как создавать новые композиционные порошковые материалы и технологию их получения, так и проводить весь комплекс исследований физико-механических характеристик порошков. Были созданы технологии и освоено применение композиционных материалов на базе интерметаллидов и керамики, что позволило сократить закупку подобных материалов у таких крупных производителей порошков НПО «Тулачермет», Торезский завод порошковых материалов.

Дальнейшие работы в области проектирования КПМ и разработки технологий их получения, направленные на снижение трудозатратности процессов и расширение использования производственных отходов, все больше ориентировались на новые прогрессивные технологии. К таким технологиям относится самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС).

Использование технологических возможностей СВС, основанного на реализации экзотермических реакций между реагентами, позволило полностью отказаться от металлургических процессов получения КПМ.

Развитие этого метода пришлось на начало 90 годов и к 1997 г. оформилось в самостоятельное направление по проектированию КПМ и созданию технологий их получения в лаборатории «Новые материалы и технологии».

На базе разработанной концепции проектирования и изготовления КПМ в режиме технологического горения механоактивированных материалов (рис.4) сотрудниками НИИ ПМ под руководством ведущего лаборатории Беляева А.В. созданы порошковые композиции для защиты рабочих поверхностей от высокотемпературной коррозии – эрозии, абразивного износа, жаростойкие и износостойкие покрытия, материалы для восстановления геометрических размеров. Разработанные порошковые материалы адаптированы к высокоскоростному газопламенному, плазменному, детонационному, газопламенному напылению. Ведутся работы по созданию материалов для лазерной наплавки, шнуровых материалов для газопламенного напыления, полимерных и металлополимерных композиций. Основной акцент при проектировании КПМ по-прежнему делается на использование отходов шарикоподшипникового производства, металлургической окалины, топочных шлаков и т.д. Активные контакты с научными центрами и потребителями КПМ за рубежом, пристальное внимание специалистов США, ФРГ, Японии, Испании, Польши, Индии к нашим работам подтверждают их актуальность и научную новизну проводимых работ.

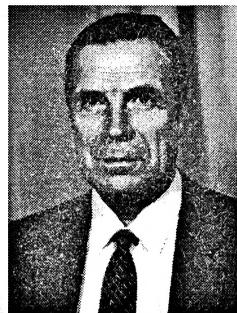
Ряд созданных материалов и технологий защищены патентами, другие проходят экспертную оценку.

Сегодня в НИИ ПМ созданы производственные мощности, позволяющие изготавливать порошковые материалы (рис.5) в режиме технологического горения с заданным комплексом физико-механических характеристик в строго оговоренном гранулометрическом диапазоне, причем, химический состав материала не зависит от размера частиц порошка и полностью воспроизводится в покрытии.

Широкие технологические возможности СВС в сочетании с методами механико-химической активации позволило создать материалы, конкурентоспособные на мировом рынке. Так в период с 1996 по 1999 гг. в НИИ ПМ изготовлено и поставлено по контрактам в страны дальнего зарубежья более пяти тонн КПМ на сотни тысяч долларов США.

Поздравляем ветеранов

Евгений Иосифович
ПЯТОСИН



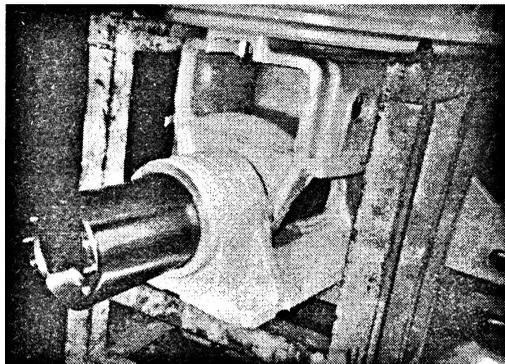
Родился в 1923 г. в г. Минске. В 1942 г. ушел в партизанский отряд им. Тимошенко, который дислоцировался в Налибокской пуще.

После освобождения Белоруссии поступил на Минский бронетанковый ремонтный завод. Пятосин работал старшим конструктором Саратовского завода зуборезных станков. С 1956 г. трудился в физико-техническом институте АН БССР на различных инженерных должностях. Здесь наиболее ярко проявился талант молодого ученого. Он стал кандидатом технических наук.

Е.И.Пятосин стал высококвалифицированным специалистом в области упрочняющей и размерночистой обработки деталей поверхностным пластическим деформированием. Е.И. Пятосину присуждена Государственная премия БССР. Он награжден медалями ВДНХ СССР, знаком «Изобретатель СССР». Комплекту инструментов, разработанных с его участием, присуждена большая Золотая медаль на Международной Лейпцигской ярмарке. За время работы в ФТИ АН БССР Е.И. Пятосин отмечен Почетными грамотами АНБ, ФТИ АНБ, многократно премирован за достижения в научной работе, внедрение передовых технологий в производство и общественную работу.

Е.И. Пятосин награжден орденом Отечественной войны II степени и 6-ю медалями, пользуется уважением среди сотрудников института. Он персональный пенсионер за особые заслуги перед республикой Беларусь. И сегодня Евгений Иосифович поддерживает постоянную связь с коллективом, в котором плодотворно работал.

Расширяются производственные связи с предприятиями Белоруссии путем создания КПМ под конкретные технологические условия и реально существующее на предприятии оборудование для нанесения защитных покрытий. Ведутся работы по расширению областей применения КПМ в качестве основы для компактных



конструкционных материалов, связки при изготовлении алмазосодержащего инструмента.

Вакуумные технологии начали применяться в объединении порошковой металлургии для упрочнения режущего инструмента и нанесения декоративных покрытий в начале восьмидесятых годов. Однако научно обоснованное и целенаправленное развитие вакуумно-плазменные процессы получили, начиная с 1983 года, когда это направление возглавил Г.Д. Карпенко. Существенный вклад в развитие этого направления внесли Андреев М.А., Лойко В.А., Горщарик И.И. и др.

Коллектив сотрудников за лучшую разработку в области защиты металлических изделий от коррозии "Внедрение технологии изготовления стальных зубных протезов с защитными коррозионностойкими декоративными покрытиями в г. Минске" и был награжден Дипломом Белорусского республиканского совета НТО.

В тесном сотрудничестве со Сморгонским заводом оптического станкостроения были созданы участки нанесения вакуумных ионно-плазменных покрытий во всех областных и крупных районных центрах республики.

Признанием успехов объединения в области развития вакуумных технологий явилось присуждение в 1986 г. группе ученых и специалистов республики, а в их числе и сотрудникам объединения, Государственной премии БССР в области науки и техники "За разработку и создание новых техно-

логических процессов и оборудования для нанесения тонкопленочных покрытий методом ионно-лучевой обработки и их широкое внедрение в народное хозяйство республики".

С 1987 года в отделе защитных покрытий на протяжении ряда лет под руководством Андреева М.А. развивались новые физические методы формирования вакуумных покрытий (ионно-лучевое и магнетронное распыление, ионно-лучевое и резистивное испарение). Были разработаны и получили широкое внедрение новые комбинированные методы формирования вакуумных покрытий с повышенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками.

Широкое развитие получило международное сотрудничество между НИИ ПМ и ведущими центрами восточно-европейских стран в области вакуумных покрытий. Были созданы участки нанесения упрочняющих и защитно-декоративных покрытий в Болгарии, Венгрии, Германии, Польше, Индии.

При участии Хозяйственного объединения "Вакуумные технологии" (Болгария) была разработана, изготовлена, смонтирована и запущена в эксплуатацию на Гомельском стекловом заводе единственная в республике вакуумная линия по нанесению тонируемых покрытий на листовое архитектурное стекло размером 3 x 2 м.

В 1993 году из лаборатории вакуумных покрытий была выделена научно-производственная группа "Плазменно-вакуумные покрытия", которая по результатам успешной научной и производственной деятельности в 1998 г. была реорганизована в научно-исследовательскую лабораторию "Плазменно-вакуумные и электронно-лучевые технологии", которую возглавил Лойко В.А. основными направлениями лаборатории стали создание научных основ низкотемпературных плазменно-вакуумных и электронно-лучевых процессов нанесения покрытий различного функционального назначения: упрочняющих, износостойких, защитно-декоративных, декоративных и др. на металлы, керамику, стекло.

В лаборатории были разработаны низкотемпературные процессы нанесения из сепарированной плазмы упрочняющих покрытий для повышения износостойкости деталей общего машиностроения,

режущего инструмента и технологической оснастки и твердосмазочных покрытий для пар трения. Создано опытно-промышленное производство по нанесению декоративных оптических покрытий на изделия народного потребления из стекла, фарфора, керамики. Работы по созданию низкотемпературных технологий нанесения многослойных покрытий расширили область применения плазменно-вакуумных процессов упрочнения на режущий инструмент и оснастку из безвольфрамовых углеродистых и легированных инструментальных сталей. Разработка и внедрение многослойных композиционных материалов, содержащих слои твердых смазок, таких как алюминий-олово, а также халькогениды (сульфиды, селениды и теллуриды) позволяют существенно повысить ресурс работы узлов двигателей, в частности подшипников скольжения и качения, деталей плунжерных пар, поэтому представляют интерес для автотракторной отрасли. Защитно-декоративные покрытия на основе нитридов и карбонитридов Ti, Zr, Nb позволяют в ряде случаев заменить сплавы Au, Ag, и имеют устойчивый спрос.

Основные направления развития вакуумной техники и технологии в отделе:

Разработка физических основ взаимодействия ионов различных энергий с поверхностью твердого тела с целью создания высокоэффективных технологий ее модификаций.

Разработка специализированного оборудования и новых комбинированных процессов упрочнения поверхностей трения, сочетающих в одном технологическом цикле ионно-плазменные процессы азотирования, цементации, нитроцементации и термообработки с нанесением упрочняющего слоя покрытия в вакууме.

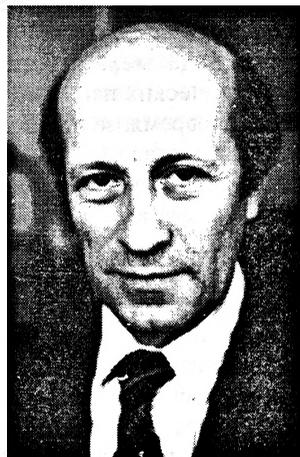
В настоящее время НИИ порошковой металлургии является ведущей научно-исследовательской организацией в Республике Беларусь в области защитных покрытий. Создано научно-техническое отделение "Защитные покрытия" в составе шести научно-исследовательских лабораторий: плазменного напыления, газоплазменного напыления, плазменно-вакуумного напыления, синтеза композиционных материалов для

напыления и перспективных технологий нанесения газотермических покрытий, имеющих опытно-экспериментальное производство, которое позволяет комплексно решать вопросы нанесения защитных покрытий для различных отраслей промышленности в Республике Беларусь и далеко за ее пределами. Отделение занимается исследованием процессов формирования покрытий, наносимых с использованием технологий газотермического распыления и методов физического осаждения, а также разработкой технологий, оборудования и материалов для процессов нанесения покрытий на поверхность деталей с целью

обеспечения заданного уровня физико-механических свойств

Сотрудниками института разработан целый ряд технологических процессов восстановления и упрочнения деталей узлов трения, конструкций и сооружений, включающих аппаратуру и технологическое оборудование для нанесения покрытий путем наплавки и напыления с внедрением их на ведущих предприятиях республики, разработан также новый класс композиционных порошковых материалов, обладающих наследственностью физико-механических характеристик в покрытиях и гомогенностью химического состава как до, так и после напыления, что обусловлено своеобразной структурой материала.

РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ БАЗЫ



*В.А. ЧЕКАН,
заведующий отделением
«Исследования и испытания
материалов», начальник
Испытательного Центра*

номерному развитию, углублению и расширению материаловедческих исследований в порошковой металлургии нашей республики. С 1977 года по настоящее время отдел возглавляет Чекан Владимир Александрович.

В 1973 году на базе Проблемной лаборатории Белорусского политехнического института (БПИ) был организован Научно-исследовательский институт порошковой металлургии (НИИ ПМ), дирекция которого приняла решение о создании в институте отдельного специализированного подразделения, включившего в себя разрозненные материаловедческие лаборатории, участки и отдельные приборы и предназначенного для централизованного аналитического обеспечения проводимых в то время научно-исследовательских и технологических разработок. Это подразделение «Отдел физико-химических исследований» возглавил Витязь Петр Александрович, положивший начало пла-

В дальнейшем, как показала почти 30-летняя история развития этого подразделения, это решение о централизации научного потенциала и приборной базы оказалось не только единственно правильным с точки зрения его жизнеспособности, но и позволило в ряде случаев успешно решать многие материаловедческие задачи благодаря комплексному подходу изучения структуры и свойств разрабатываемых материалов, в то время как во многих других подобных научных центрах этот процесс осложнялся ведомственной разрозненностью приборов и методов исследования, особенностями их эксплуатации и обслуживания.

В том же, 1973 году, по инициативе НИИ ПМ была успешно проведена 1-я международная специа-

Поздравляем ветеранов

*Михаил Максимович
СЕВЕРНЕВ*



Родился в 1921 г. в деревне Северничского района Могилевской области.

С первых дней войны возглавлял

подпольную комсомольскую организацию, а затем вместе со своими братьями ушел в партизанский отряд. С 1944 г. в Советской Армии. Дошел до Кенигсберга, где встретил День Победы.

Окончил автотракторный факультет Белорусского политехнического института. Работал в области механизации сельскохозяйственного производства. Защитил кандидатскую и докторскую диссертации.

Был директором ЦНИИ МЭСХ. Коллектив института под руководством М.М. Севернева оказал существенное влияние на развитие сельского хозяйства республики.

Заметное место в деятельности М.М. Севернева заняло время его работы заместителем Председателя Совета Министров БССР.

Он лично и в соавторстве написал более 300 научных трудов. Высокий уровень технических решений, базирующихся на результатах проводимых исследований, подтверждается 32 авторскими свидетельствами на изобретения. Он — лауреат Государственной премии БССР.

Севернев избирался депутатом Верховного Совета БССР, руководил работой постоянной депутатской комиссии по сельскому хозяйству.

За заслуги перед Родиной М.М. Севернев награжден 6 боевыми и трудовыми орденами, многими медалями.

лизированная выставка «Порошковая металлургия», которая положила начало проведению подобных выставок каждые последующие 4 года. В тематике этих выставок всегда достаточно полно был представлен раздел оборудования и приборов для исследования свойств материалов и изделий.

Благодаря чуткому и внимательному отношению к растущей отрасли со стороны руководства республики, а также со стороны ГКНТ СССР, при проведении этих выставок наш институт начал целенаправленно приобретать необходимое исследовательское, испытательное и технологическое оборудование, причем часть его субсидировалась правительством непосредственно по заявкам института для обеспечения конкретных его направлений деятельности, а некоторые единицы – благодаря растущему авторитету НИИ ПМ в данной области – также для выработки квалифицированных и компетентных заключений о целесообразности их дальнейших закупок (или воспроизводства) в масштабах всей страны.

На первой же выставке были приобретены такие уникальные, по тем временам, приборы, как рентгеновский микронд MS-46 (Cameca, Франция), атомно-абсорбционный спектрофотометр AAS-503 (Perkin-Elmer, Швеция - США), анализатор изображения QUANTIMET-720 (Cambridge Instruments, Англия), сканирующий электронный микроскоп MiniSEM (Япония), прибор измерения микротвердости MVK-D (Akashi, Япония) и др.

На второй выставке (в 1977 г.) были приобретены: универсальная испытательная машина INSTRON-1195 (Instron, Англия), универсальный оптический высокотемпературный микроскоп MeF-2 (Reichert, Австрия), комплекс шлифоприготовительного оборудования (Struers, Дания).

На третьей выставке (в 1981 г.) были приобретены: сканирующий электронный микроскоп NANOLAB-7 (Opton, ФРГ) с энергодисперсионным анализатором EDX-860 (Link Analytical), высо-

котемпературный дилатометр 402E (NETZSCH, ФРГ), оптический микроскоп POLYVAR (Reichert, Австрия), анализаторы водорода и кислорода в металлах – ITHAC-II (Adamel Lomargy, Франция) и 2002 (Leybold Hereus, ФРГ), а также дополнен комплекс пробоподготовки оборудованием фирмы Buechler Met (Швейцария – США).

На четвертой выставке (в 1985 г.) были приобретены: анализатор азота в металлах TN-314 (Leco, ФРГ), микротвердомеры MICROMET и MICROMET-II (Buechler Met, Швейцария – США), уникальный оптический микроскоп MeF-3 (Reichert, Австрия) и некоторые другие.

На пятой выставке (в 1989 г.) были приобретены: атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой SPECTROFLAME (Spectro Analytical, ФРГ), компьютеризованный анализатор изображения Mini Magiscan (Joyce Loeb, Англия), а также в России – просвечивающий электронный микроскоп ЭМ-125.

В последующие годы, в связи с объективными причинами, валютные закупки стали недоступными для нашего института, но все же некоторое доукомплектование парка научного оборудования удалось осуществить, благодаря участию отдела в государственных научно-технических программах: в 1994 году нами был приобретен атомно-эмиссионный спектрометр ЭМАС-200Д (БГУ, Беларусь), а в 1996 – атомно-силовой микроскоп НАНОТОП-202 (ИММС НАНБ). При этом следует отметить, что в подавляющем большинстве оборудование оснащено компьютерными системами оперирования и обработки результатов испытаний и является уникальным не только для Республики Беларусь, но и достаточно редким для стран СНГ.

Наряду с техническим переоснащением за прошедшие годы наблюдался также неуклонный рост научного потенциала отдела физико-химических исследований – непосредственно в его штате в разное время числились 15 кандидатов технических наук, из которых 7 защищали свои диссертации на базе разработок отдела; всего же, с использованием аналитической базы отдела, только в

НИИ ПМ было защищено более 25 кандидатских диссертаций и 10 докторских. Проведение анализов и испытаний с помощью частично описанной инструментальной базы основано на использовании более чем 100 разработанных и многократно проверенных методик, созданных под руководством высококвалифицированных научных сотрудников, среди которых – академики и профессора, доктора и кандидаты наук, аттестованные старшие научные сотрудники.

Таким образом, отдел физико-химических исследований за свою более чем 30-летнюю историю накопил весьма мощный инструментальный базис, методический фонд, а также научно-технический потенциал высококвалифицированных кадров в области материаловедения, физико-химических исследований и различного рода механических и триботехнических испытаний.

В то же время, за прошедший период существенно изменился статус отдела – в 1993 году все его прежде функциональные лаборатории были преобразованы в структурные подразделения, а отдел – в Отделение № 4, получившее название «Исследования и испытания материалов». Следующий качественный скачок в развитии отделения произошел в 1997 году – на базе отделения «Исследования и испытания материалов» НИИ ПМ создан и аккредитован органами Госстандарта РБ единственный в республике центр по проведению сертификационных испытаний в области материаловедения. Этот центр оснащен большим комплексом оборудования, позволяющим проводить сертификационные испытания по различным направлениям в области материаловедения и в настоящее время Экспертным Советом по развитию материально-технической базы науки, созданным совместным приказом Президиума НАНБ и ГКНТ РБ, включен в список центров коллективного пользования.

Благодаря этому новому статусу Испытательный центр (ИЦ) получил не только возможность

более широко взаимодействовать с другими научными центрами республики, но и финансовую поддержку со стороны ГКНТ для осуществления ремонтов и модернизации уникального исследовательского оборудования. На этой основе в 1998-1999 гг. в рамках модернизации сканирующего электронного микроскопа были приобретены соответствующие узлы и блоки, на базе которых собран и проходит процесс отладки сканирующий микроскоп типа SamScan-4, по своим функциональным возможностям являющийся лучшим прибором такого класса в нашей республике.

Испытательный центр специализируется в области проведения сертификационных испытаний различных металлов, сплавов, керамических и композиционных материалов и изделий из них на соответствие их фактических свойств и параметров техническим условиям и стандартам, а также в области материаловедческих исследований широкого профиля, и в качестве центра коллективного пользования обеспечивает проведение различного рода аналитических работ для широкого круга организаций и предприятий республики с фактическим объемом более 200 заказов ежегодно.

Экспертными услугами центра пользуются, в частности, даже такие республиканские организации и ведомства, как МВД, прокуратура, Минздрав, чему имеются документальные подтверждения, причем зачастую решающим фактором обращения этих организаций к нашему центру является его независимость, т.к. в составе института и БГ НПК порошковой металлургии он подчиняется непосредственно Совету Министров РБ.

В настоящее время по инициативе ИЦ при БГ НПК ПМ создан также Орган по сертификации металлических и неметаллических материалов и изделий из них, что в комплексе позволяет потребителю или производителю материалов и продукции не только проводить сертификационные

испытания в нашем Испытательном центре, но и получать сертификаты их качества в соответствии с Национальной Системой Сертификации.

Ниже перечислены основные виды работ, выполняемые лабораториями ИЦ:

- лаборатория металлофизики проводит металлографические испытания структуры и состава исходных материалов, сырья и готовой продукции, металлографический контроль макроструктуры, загрязненности макровключениями, микроструктуры, микротвердости, величины зерна, глубины обезуглероженного слоя, неметаллических включений, фазового состава материалов, характера и размеров поверхностных дефектов;

- лаборатория электронно-зондового анализа проводит фрактографический анализ различных материалов методами сканирующей электронной микроскопии на шлифах, изломах и произвольной формы фрагментах продукции, зернового состава масс, порошков, смесей; определяет общий и локальный элементный и химический состав и стереологические характеристики структуры, производит идентификацию марок материалов в соответствии с НД;

- лаборатория химико-спектрального анализа проводит аналитические работы по определению влажности порошковых материалов и гравиметрической плотности компактных и пористых материалов, экспресс-анализы по размаркировке сталей, высокоточные химические анализы жидких и твердых проб на содержание основных и примесных элементов, контроль технологических атмосфер, производит идентификацию материалов в соответствии с НД;

- лаборатория трибологии проводит испытания по определению коэффициента трения скольжения различных пар материалов с оценкой степени износа и прогнозированием работоспособности и долговечности деталей и узлов машин в условиях сухого и жидкостного трения как прямыми замерами триботехнических характеристик, так и с помощью анализа продуктов износа, в том числе в смазках.

Поздравляем ветеранов

Дмитрий Иванович
ЧЕРВЯКОВ



Мастер-золотые руки, талантливый рационализатор, так называют в коллективе БелВАРа Героя Соцтруда Д.И. Червякова.

В августе 1941 г. он был назначен в Московскую мотострелковую спецбригаду, прошел обучение по специальности минера.

7 ноября 1941 г. после парада на Красной площади, воинская часть, в которой он служил ушла на оборону г. Москвы. В дальнейшем он участвовал в обороне городов Тулы, Белгорода, Харькова. Освобождал Украину, Польшу, Чехословакию, Румынию.

День Победы Дмитрий Иванович встречал в г. Москве, куда он был отозван с фронта для выполнения специальных заданий по разминированию снарядов и мин.

Старший сержант Червяков продолжал службу в Советской Армии до 1949 г.

Дмитрий Иванович выполнял многочисленные общественные поручения. Коллектив БелВАРа выдвигал его депутатом Верховного Совета БССР, членом Комитета Народного Контроля БССР.

За боевые и трудовые успехи Дмитрий Иванович награжден Золотой Звездой «Серп и Молот», тремя орденами Ленина, орденом Славы III степени, орденом Почета, многими медалями. Д.И. Червякову вручены также государственные награды Польши и Чехословакии.

И сегодня, несмотря на пенсионный возраст, Дмитрий Иванович продолжает активно трудиться на предприятии, является хорошим наставником молодежи.

ВЕРНЕМСЯ В КАМЕННЫЙ ВЕК?

Этот риторический вопрос невольно задаешь себе, ознакомившись с законом «О патентах на изобретения и полезные модели».

*Михаил ТУЖИКОВ,
изобретатель*

Естественно, что в существующих в республике условиях дефицита сырьевых и энергетических ресурсов, одним из наиболее перспективных направлений развития экономики является создание конкурентоспособной, наукоемкой продукции, соответствующей мировому уровню. И здесь важную роль играет создание условий для развития в республике изобретательства.

Рациональное использование изобретений в Японии явилось одним из самых существенных факторов быстрого выхода страны из послевоенного кризиса. Благодаря широкому созданию изобретений и использованию лицензий, Япония теперь обладает самыми современными технологиями и является одной из самых высокоразвитых стран мира, несмотря на наличие неблагоприятных для развития экономики условий: отсутствия собственных сырьевых ресурсов.

Чтобы достигнуть успеха государственная политика должна быть направлена на стимулирование создания и использования изобретений. В частности, необходимо принятие соответствующего законодательства, без которого изобретательское дело в республике совсем зачахнет, а изобретения будут «уплывать» за рубеж. В результате в проигрыше от несостоявшихся патентов окажется государство, общество и все мы.

Но соответствует ли требованиям развития изобретательства принятый в 1997 г. закон «О патентах на изобретения и полезные модели»? К сожалению, по моему мнению, не соответствует. В нем устранили некоторые противоречия действующему законодательству, присутствовавшие в законе «О патентах на изобретения» 1993 г., но по своей сути он, практиче-

ски, не изменился. Так из закона следует, что заявитель платит за все: за подачу заявки на получение патента, за ее экспертизу, за публикацию, за подачу жалобы, за выдачу патента, за поддержание патента. Хотя патентное ведомство является бюджетной организацией, и весь процесс патентования можно организовать иначе. Например, по «Закону об изобретениях в СССР» 1991 г., можно было подавать заявку на выдачу патента на имя Госфонда изобретений, в таких случаях с заявителя госпошлина не взималась, а вознаграждение за использование патента авторам изобретений гарантировалось. В нынешнем законе этого нет. Интересная диалектика развития: от лучшего - к худшему. По такой спирали развития мы неизбежно вернемся в каменный век...

А как защищает закон права патентообладателя при их нарушении? Реализовать свое право на защиту в рамках закона практически невозможно. Так, закон гласит: «По требованию патентообладателя нарушение его исключительного права должно быть прекращено, а физическое или юридическое лицо, виновное в нарушении, обязано возместить патентообладателю причиненные ему убытки в соответствии с законодательством Республики Беларусь». Но, во-первых, с чем патентообладатель обратится в суд, как он докажет причиненный ему убыток? Кто этим занимался, знают, как это «просто». Во-вторых, существующая судебная система весьма несовершенна: нет даже патентного суда. А, в-третьих, за подачу иска опять надо платить (в зависимости от суммы иска) солидную госпошлину. А где на все эти пошлины взять деньги, особенно, если патентообладатель физическое лицо. Таким образом, закон, практически, лишает их возможности защитить свои права.

Что же следует изменить, чтобы улучшить закон? Необходимо предусмотреть возможность подачи заявки на имя Госфонда изоб-

ретений, освободив заявителя от пошлин, при этом авторам изобретений выплачивается вознаграждение, например, в размере 3% от дохода, получаемого за счет использования изобретений, в течение пяти лет. Такая норма будет стимулировать развитие изобретательства в республике.

В настоящее время, изобретателю проще продать свою идею, пусть даже за гроши, любому желающему, чем за все платить и при этом не иметь никаких гарантий на вознаграждение за свой творческий труд. В законе также должна быть норма о том, что нарушитель патента весь полученный доход от использования изобретения выплачивает патентообладателю. В случае невозможности подсчитать доход, нарушитель должен выплатить компенсацию в зависимости от объема использования (методика расчета компенсации должна быть разработана патентным ведомством и утверждена Правительством). Кроме этого, нарушитель патента должен заплатить штраф в размере полученного дохода (компенсации), при этом половина суммы штрафа перечисляется в бюджет государства, а другая половина - патентному ведомству.

Кстати, в законе должен быть предусмотрен штраф и за уклонение от выплаты вознаграждения, при этом должна быть предусмотрена и компенсация за моральный вред, если патентообладателю или автору изобретения приходится получать вознаграждение через суд. Если закон будет содержать вышеизложенные нормы, права патентообладателей и авторов изобретений будут надежно защищены.

От внесения в закон предлагаемых изменений выиграет не только закон, но и развитие изобретательства в республике. Из-за несовершенного законодательства в обществе меняется отношение и к изобретательству, и к изобретателям. А ведь изобретения - двигатель прогресса. Так, когда-то в законе была норма, позволяющая присваивать изобретателям уче-

ные степени без защиты диссертаций по совокупности изобретений, создающих значительный экономический эффект в народном хозяйстве. И эту норму в законе следует восстановить. Может быть, такая норма отсутствует в законе, потому что в наше время ученую степень можно просто купить? Оказывается, существуют даже расценки, приведенные в статье: «Диссертации оптом и в розницу» (газета «Из-

вестия» от 13.10.99 г.). Например, текст диссертации стоит 300-600 USD, а степень кандидата экономических наук «под ключ» стоит 4000-6000 USD.

Как изменить наметившиеся в обществе тенденции? Только путем принятия соответствующего законодательства. Закон должен быть воплощением человеческой мудрости: все в нем должно быть просто, ясно и однозначно. Если закон не удовлетворяет этим критериям, то принят он не мудрецами...

НЕ НАСТУПИТЬ НА ЯДЕРНЫЕ «ГРАБЛИ»!

Развитые страны новые АЭС уже не строят, а некоторые из них (Швеция, Норвегия) даже решили закрыть действующие. Главная причина – накопление огромного количества радиоактивных отходов, которые стали угрожать жизни на Земле.

Из-за радиоактивного самоотравления ураново-плутониевая атомная энергетика зашла в тупик. Выход из него специалисты Запада видят в использовании другого принципа извлечения энергии из неустойчивых ядер, причем любых. Он заключается в принудительном их превращении под действием неядерного излучения от внешнего источника. Такой подход позволит использовать в качестве топлива многие не способные расщепляться радионуклиды, в том числе и содержимое нынешних ядерных помоек. У считающихся перспективными АЭС излучением, переделывающим ядра, является поток ускоренных протонов. Их получают и разгоняют на циклотроне. Это сложное и громоздкое устройство должно располагаться рядом с реактором.

У Беларуси атомной энергетики пока нет и поэтому имеется уникальная возможность вслед за другими не наступить как на старые, так и на новые ядерные «грабли», которые еще мастерятся.

А дело в том, что еще не появившиеся альтернативные АЭС уже морально устарели: протонный способ переделки ядер имеет полувековую историю. В нем одни радионуклиды превращаются в

другие – более легкие и менее долговечные. И поэтому какое-то время, хотя и меньшее, отработанное топливо (зола) будет опасным для жизни и его придется хранить, как и сейчас.

И вот пока маститые зарубежные ученые вынашивали свое детище, малоизвестные изобретатели научились расправляться с радионуклидами, как говорится, окончательно и бесповоротно. Стесненные в средствах одиночки разработали дешевые, простые и компактные устройства, излучение которых очень быстро переделывает неустойчивые ядра в стабильные. Естественно, это сопровождается выделением огромного количества энергии.

Об одном из новаторов «АиФ» рассказывали в статье «Радиация может помочь!», опубликованной в № 4 2000 г.

Поэтому новейшие способы преобразования радионуклидов в стабильные продукты, по всей вероятности, позволят создать АЭС более простые и эффективные, чем те, которые сейчас разрабатываются за рубежом.

Вот такие всеядные АЭС, не образующие радиоактивную золу и не способные взрываться, и могут стать основой энергетики Беларуси. Только вот вопрос: кто будет создавать энергетические установки будущего? Запад занят своим бородастым детищем, Восток движется по инерции, а у нас не затихают споры об отживающей свой век технике, работающей на урановом и плутониевом топливе.

Владимир БОЧАРОВ,
кандидат химических наук.

Поздравляем ветеранов

**Василий Иванович
ШАРАПОВ**



Родился в 1916 году в поселке Бобр Минской области. Трудовую деятельность начал в системе Белорусской железной доро-

ги. В 1939 г. – в железнодорожных войсках Красной Армии, обеспечивал действия частей в боях на Халхин-Голе. В 1942 году участвовал в боевых операциях на Западном фронте в составе экипажа бронепоезда. Был назначен заместителем командира дивизиона гвардейских минометов – «катушек», освобождал от немецко-фашистских захватчиков Витебскую область на Оршанском направлении. После тяжелого ранения и выздоровления продолжал активно работать в партийных и советских органах. С 1954 по 1967 гг. он председатель Минского горисполкома. Военная закалка Василия Ивановича, неотступность его в осуществлении намеченных планов во многом способствовали динамичному развитию нашей столицы, улучшению жизненных потребностей горожан. Он оставил заметный след и на дорогах республики, работая с 1972 по 1989 гг. в должностях начальника Гущосдора и Министра дорожного строительства БССР.

За боевые и трудовые заслуги награжден тремя орденами Отечественной войны I степени, орденом Красной Звезды, орденами Ленина, Октябрьской революции, Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», многими медалями, Почетными грамотами Верховного Совета БССР, ВЦСПС и другими наградами. Он и сегодня энергичен, делится с людьми своим богатым жизненным опытом.

ВОЗРАСТУТ ЗЕРНА НОВЫХ ИДЕЙ

Вступительное слово А.Б. ЗУЕВА

В серии семинаров, проводимых Белорусским обществом инженеров-механиков, нынешний посвящен вопросам повышения надежности и безопасности компрессорных установок.

Этот вид оборудования, используемого во всех областях производства и в быту, относится к категории потенциально опасного. Особого внимания в эксплуатации требуют установки при перекачивании горючих и ядовитых газов, такие как турбокомпрессоры на магистральных газопроводах, аммиачные холодильники. Аварийные ситуации в таких случаях, как правило, связаны с большим риском для жизни людей, нарушением производственного ритма предприятий и систем.

В настоящий момент в республике используется вся гамма компрессорных установок как по функциональному их назначению, так и по конструктивным признакам.

Более трехсот предприятий Беларуси получили лицензии Проматомнадзора на проектирование, изготовление, монтаж, ремонт, пусконаладочные работы, диагностирование и эксплуатацию стационарных компрессорных станций установленной мощности от 14 кВт и выше, работающих на воздухе и инертных газах с давлением от 0,2 до 40 МПа, а также аммиачных холодильных установок и газотурбинных компрессоров.

Кроме этого, эксплуатируются сотни тысяч стационарных и передвижных компрессорных установок и агрегатов, не зарегистрированных в Проматомнадзоре. При всем разнообразии конструктивных схем и

функциональных назначений компрессорных установок к ним непременно предъявляются общие требования: обеспечение герметичности, подвижных и неподвижных соединений, очистка от примесей и защита от перегрева сжимаемого газа. В большинстве случаев компрессорные установки и агрегаты снабжаются стандартными контрольно-измерительной аппаратурой и арматурой.

Что касается бытовых холодильных компрессорных установок, мы ставим целью ознакомить участников семинара и их владельцев, с достижениями создателей Минских холодильников – фирмы, получившей мировое признание.

Участникам семинара выдан комплект литературы, в которой они могут найти ответы на многие вопросы, касающиеся рассматриваемой темы. Кому не удастся в достаточном объеме законспектировать тезисы докладов, смогут в дальнейшем воспользоваться их публикациями в майском номере «Инженер-механик».

ОО «БОИМ» планирует в текущем году провести еще 2 семинара по теме потенциально опасных производств и оборудования: в мае – по неисправностям в работе, в августе – по системам КИП и А объектов и оборудованию повышенной опасности.

Предусматривается также в мае провести семинар по использованию в производстве разработок Белорусского Государственного научно-производственного концерна порошковой металлургии. Кстати, в полученной вами книге В.Б. Дойникова и В.Н. Гривцова «В помощь персоналу, обслуживающему компрессоры, работающие на возду-

хе и инертных газах» имеется описание фильтра – влагомаслоотделителя, выпускаемого данным концерном. Полагаю, что он может быть успешно применен в системах пневматических сетей и компрессорных установок.

Прежде чем объявить программу нашего семинара, хочу сообщить, что в минувшем году создана Гродненская городская организация ОО «БОИМ». В помощь предприятиям выполнены десятки договоров-подрядов, в их числе проектно-конструкторские разработки. В журнале «Инженер-механик» опубликованы статьи ученых, инженеров, общественных деятелей, руководителей предприятий и организаций. Ряд статей вызвал живой интерес читателей.

В соответствии с пп. 2.2.3. и 3.4. Устава ОО «БОИМ» и решением центрального правления для развития творческой активности ученых, инженеров и техников, использования их научно-технического потенциала, мобилизации сил на решение межотраслевых инженерно-технических проблем, разработки мер по ликвидации дефицита промышленных изделий, расширения узких мест в отдельных отраслях, создания льготных условий членам общества по использованию его информационной базы установлено:

Члены общества ОО «БОИМ», уплатившие годовой членский взнос, имеют право приобретать литературу издания ОО «БОИМ» с общей скидкой на сумму годового взноса.

Членам ОО «БОИМ» предоставляются преимущества в очередности пуб-

ликаций своих материалов в изданиях ОО «БОИМ» и получении заказов на выполнение договорных работ.

Членам ОО «БОИМ», опубликовавшим свои материалы объемом свыше 2 страниц в журнале «Инженер-механик», выдается авторский экземпляр журнала.

Я сознательно делаю упор на роли журнала «Инженер-механик» не только для ОО «БОИМ», но и для республики в целом. На фоне изобилия изданий, начиная с аэробики, экзотики и эротики техническая тематика сегодня выглядит бедно и примитивно. Без пре-

увеличения можно констатировать кризис этого жанра. Мы это особенно ощущаем по запросам из мест. Техническая литература, изданная при Союзе, уже износилась физически или устарела морально. Особенно это касается всевозможных правил по эксплуатации оборудования и систем, которые к этому времени значительно изменены и усовершенствованы. Образовавшийся пробел ОО «БОИМ» стремится частично заполнить публикациями ученых и специалистов республики в журнале «Инженер-механик» и изданием книжек в помощь персоналу, связанному с эксплуатацией техники.

Обмен мнениями на страницах журнала и на проводимых семинарах обязательно посеет зерна новых идей, обогатит друг друга опытом, поможет в решении постоянно окружающих нас проблем. Чтобы узнать мнение специалистов о качестве проводимых ОО «БОИМ» мероприятиях и их пожелания на дальнейшее, мы попросили бы участников семинара и наших читателей прислать нам свои замечания.

Тезисы докладов участников семинара приводятся ниже.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПРЕССОРОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ



*В.М. КОРОТКЕВИЧ,
начальник производственного
отдела по эксплуатации
компрессорных станций
государственного
предприятия «Белтрансгаз»*

Газотранспортная система Беларуси представляет собой разветвленную сеть трубопроводов, компрессорных, газоредуцирующих и газоизмерительных станций, подземных хранилищ газа. Она включает 3550 км газопроводов (в «однониточном» исчислении 8 компрессорных и 24 автомобильных газонаполнительных станций, а также сотни газоперекачивающих агрегатов, газоредуцирующих станций, обслуживающих сеть, и 2 подземных хранилища газа. Она обеспечивает внутреннее потребление газа в Беларуси около 16 млрд. м^3 в

год. Еще больший объем его потребления за западной границей Беларуси.

Естественно, без мощных технологических компрессоров невозможно подавать большие потоки газа на большие расстояния. Газ, принятый в Орше из газотранспортной системы России с давлением 38-40 атмосфер, не «докатится» сам до потребителей Литвы, Польши, Калининградской области России и Украины.

В качестве приводных двигателей компрессоров, как правило, используются мощные (4,0 и 12,5 МВт) синхронные электродвигатели, газотурбинные установки от 6 до 16 МВт и газовые двигатели внутреннего сгорания мощностью от 0,8 до 1,2 МВт. Газотурбинные установки

и газовые двигатели в качестве топлива используют природный газ, транспортируемый по магистральному газопроводу. Кстати, этот факт является определяющим при выборе привода технологических компрессоров для нового строительства и при реконструкции компрессорных станций. Владелец газопровода, как правило, всегда предпочитает независимость от внешнего энергопитания и выбирает газотурбинный или газомоторный привод.

Технологический турбокомпрессор — это, как правило, однокорпусная машина (рис. 1) с двухступенчатым ротором, поддерживаемым на двух встроенных в корпус и крышку корпуса подшипниках скольжения. Проточная часть современных турбокомпрессоров дополняется входным лопаточным аппаратом, промежуточным и концевым лопаточными диффузорами, чем достигаются вполне приличные политропные КПД компрессоров на уровне 84-88%. Сам по себе компрессор представляет механизм повышенной опасности, а при перекачке горючего газа его потенциальная

опасность возрастает многократно. Поэтому особо важными устройствами компрессоров являются концевые газовые уплотнения, предназначенные для блокирования природного газа внутри корпуса. Это гидравлические (масляные) щелевые уплотнения особой конструкции, в которых блокировка газа достигается подачей масла с давлением на несколько атмосфер больше, чем давление в компрессоре. Соблюдать такой режим непросто.

Эта проблема породила появление “сухих” уплотнений, то есть без подачи в них масла высокого давления. Такое обстоятельство объясняется тем, что многим потребителям природного газа в качестве химического сырья противопоказаны какие-либо минеральные или синтетические примеси и, что, по-видимому, самое главное – это высочайшая надежность и безопасность “сухих” уплотнений. Их ресурс достигает 20 тысяч часов.

Для технологического турбокомпрессора важными являются следующие его характеристики: внутренняя мощность, объемная или массовая подача, напор или отношение давлений, рабочее давление, рабочая частота вращения ротора, политропный КПД

Часть перечисленных параметров хорошо объединяется на важнейшей расходно-напорной характеристике компрессора (рис. 2). В рабочей точке проектант

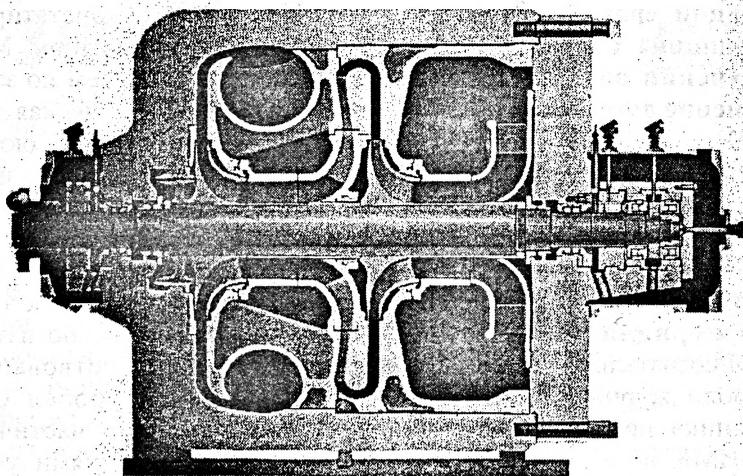


Рис. 1. Продольный разрез типового двухступенчатого турбокомпрессора природного газа.

компрессора добивается наивысшей экономичности и номинальных значений внутренней мощности компрессора и его подачи (производительности). На указанной характеристике обозначено поле функционирования компрессора с изодромными от 70 до 105% от номинальной частоты вращения и линией “Граница помпажа” слева и линией крайней неэффективности (политропный КПД менее 45%). Эту линию французские производители компрессоров называют “линией заклинивания” или “каменной стеной”. Здесь скорости газа на выходе из рабочего колеса приближаются к звуковым со всеми вытекающими отсюда последствиями – огромными потерями.

Другими важными характери-

стиками компрессора являются взаимозависимости его внутренней мощности, выходного давления, политропного КПД при различных частотах вращения ротора от подачи газа через компрессор (рис. 3).

Постоянное совершенствование конструкции и систем управления обеспечивает сегодня надежную эксплуатацию компрессоров. Отслеживаются давление и температура масла в подшипниках, газа на всасывании и нагнетании, контролируются такие важные параметры как вибрация, расцентровки, заедания в сопрягаемых деталях муфт, неуравновешенность роторов и муфт, натяги и зазоры в подшипниках.

Управление отсечной запорной арматурой в технологической обвязке, управление наполнительными, выпускными и рециркуляционными кранами (клапанами) также осуществляется дистанционно и автоматически.

И все же, ресурс современных турбокомпрессоров, к сожалению, продолжает оставаться на уровне 100 тысяч часов. Никто из производителей их в Содружестве Независимых Государств – Сумское научно-производственное объединение им. Фрунзе, Компрессорный комплекс Невского завода, Ленинградский металлический завод, Уральский турбомоторный завод - не сумел преодолеть этот рубеж.

На газопроводах ОАО “Газпром” сегодня эксплуатируются компрессоры практически

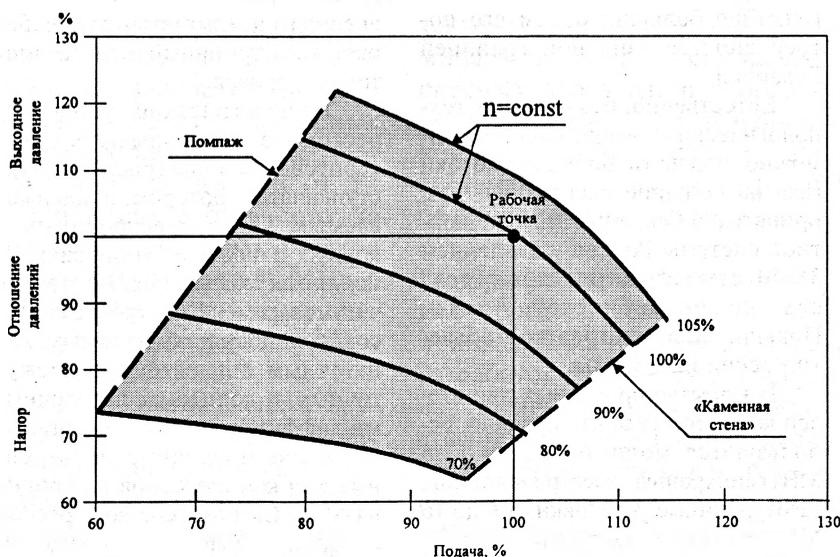


Рис. 2. Расходно-напорная характеристика турбокомпрессора.

всех современных фирм-производителей: “Купер-Бессемер”, “Дрессер-Рэнд”, “Нуово-Пиньоне”, “Солар”, но и они не улучшили этот показатель.

В результате средний ремонт компрессора планируется проводить после наработки 12 тысяч часов, а капитальный – после наработки 24 тысяч часов, то есть почти раз в три года.

Однако при умелой эксплуатации достигается наработка на отказ 10-15 тысяч часов, а технический (между капитальными ремонтами) ресурс – до 60 тысяч часов, среднее время восстановления после отказа – 8 часов, трудоемкость технического обслуживания и ремонта на один машино-час работы – 0,037-0,045 человеко-часов.

Характерными отказами компрессоров в тяжелых условиях работы (грязный газ, вода и газовый конденсат в газе, возможность помпажа, работы в нерасчетной рабочей точке, обусловленной отклонениями в режимах транспортирования газа) являются: эрозийный износ лопаток и дисков рабочего колеса, откалывание фрагментов рабочего колеса от материковой его части, разрушение вала ротора в месте посадки на него рабочего колеса, повышенная вибрация обвязочных маслопроводов высокого давления, потеря герметичности уплотнений, разгерметизация корпуса по фланцам на всасывании и нагнетании, осевой сдвиг ротора при работе компрессора в помпажной зоне, разрушение проточной части вследствие попадания в нее посторонних предметов из газопровода.

Причинами перечисленных отказов могут быть конструктивно-производственные дефекты и отказы, обусловленные нарушениями правил монтажа и эксплуатации (эксплуатационные отказы).

Например, разгерметизация корпуса компрессора почти всегда связана с недопустимым влиянием технологических обвязочных газопроводов на фланцы компрессора. Это происходит после грубых ошибок при сварке так называемых “индикаторных” стыков между компрессо-

ром и обвязкой или при плохом качестве опор под трубопроводы или фундаментов под агрегат. Бывали и, наверное, мы впредь не застрахованы от попадания посторонних предметов на всас компрессор. Поэтому стали предусматривать установку в подводящем газопроводе так называемых защитных решеток в непосредственной близости от всасывающего фланца. В прошлом году после 20 лет эксплуатации компрессорного цеха на компрессорной станции в п. Михановичи Минского района мы демонтировали защитные решетки и с ужасом увидели, как в компрессор крайней в цеху машины полетели железные обломки, оставшиеся в подземных газопроводах. На всас в компрессор “прилетел” железный пятикилограммовый ящик, в котором монтажники сушили электроды и забыли его в укромном месте межцеховых технологических коммуникаций.

Турбокомпрессоры, как сложно-техническое и крайне необходимое в транспортировке газа средство, постоянно находятся в поле внимания эксплуатационников. Конечно, столько внимания компрессорам, как приводным газотурбинным установкам, не уделяется. Все конструкторские работы сводятся, как правило, к тому, что устанавливают на уже

эксплуатируемых компрессорах “сухие уплотнения”, переводят компрессоры на магнитный подвес, то есть опорные и упорный подшипники делают электромагнитными.

В городе Тольятти ОАО “Газпром” располагает уникальным опытно-экспериментальным компрессорным цехом, где специалисты различных предприятий проводят доводку указанных узлов до стандарта. Нароботка магнитного подвеса и “сухого уплотнения” на ГПА-Ц-16 в Тольятти составляет уже десятки тысяч часов. Газотранспортное предприятие “Львовтрансгаз” на Украине с прошлого года начало эксплуатацию “сухих уплотнений” германского производства. Фирма “Грейс” в городе Сума начала изготовление комплектов “сухих уплотнений” для “Тюменьтрансгаза” в Сибири. Вновь вводимый в эксплуатацию ГПА-Ц-16С на газопроводе Ямал-Европа имеет конструктивную возможность замены гидравлического уплотнения на “сухое” разработки ВНИИКомпрессормаша (г. Сумы) и фирмы “Грейс”.

Несколько лет назад, увлеченные передовым техническим решением, мы в течение года пытались внедрить разработку Института ядерных исследований – “сухое уплотнение” для турбокомпрессора типа 280-12-7 производства Хабаровского завода “Энергомаш” по чертежам Невского завода. Сложность вопроса заключалась в том, что одноступенчатый ротор указанного компрессора представлял собой консоль по отношению к подшипникам, на которую невозможно было надеть втулки “сухого уплотнения”. Их пришлось делать разрезными. Многочисленные и трудоемкие доработки так и не привели нас и разработчика к положительному результату.

Сегодня мы имеем несколько предложений от разработчиков и изготовителей “сухих уплотнений” (Бургман, Грейс, СМНПО им. Фрунзе), но по некоторым причинам не можем начать эти работы.

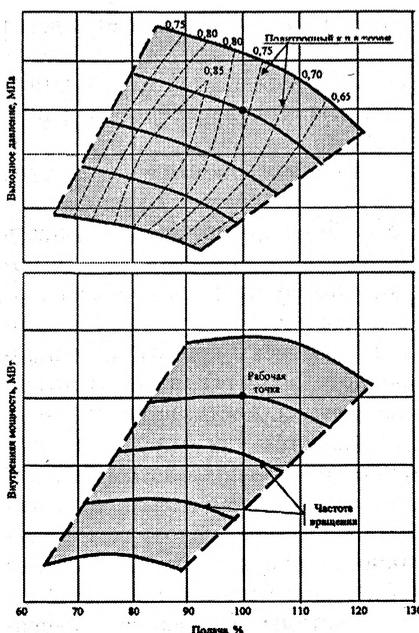


Рис. 3. Характеристика мощности и экономичности турбокомпрессора.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АММИАЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Н.В. БЕЛОВА,

ведущий государственный инспектор по химии Проматомнадзора

В рангах потенциальных опасностей аммиачные холодильные установки занимают высокую ступень. В них огромен запас энергии сжатого агента; утечки аммиака из системы токсичны, а смесь его с воздухом взрывоопасна.

Для обеспечения безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок определяется ряд условий и мер, изложенных в «Правилах охраны труда и безопасности аммиачных холодильных установок» (Минск, «Технология», 1998 г.). Кроме этих правил действует ряд других нормативных документов. Прежде всего на каждую установку должен быть разработан проект, который учитывает все требования норм и правил.

Аммиачная холодильная установка как взрывопожароопасный объект категории пожароопасности А должен быть правильно расположен в архитектурно-строительном отношении: в отдельном здании, в пристройке к холодильнику или одноэтажному производственному зданию. Машинное (аппаратное) отделение может быть встроенным в холодильный или одноэтажное производственное здание, от помещений которого должно быть отделено противопожарными стенами без проемов. Допускается примыкание машинного и аппаратного отделений к глухой стене многоэтажного производственного корпуса, при этом расстояние между ближайшими окнами машинного отделения и производственного корпуса должно быть не менее 9 м. Машинное отделение должно располагаться только на 1 этаже, а аппаратное допускается располагать над машинным отделением. Не допускается расположение постоянных рабочих мест, бытовых и административных помещений над машинным отделением. Под машинным (аппаратным) отделением не разрешается устройство подвальных помещений.

Строительным нормам и пра-

вилам должна соответствовать площадь легкобросаемых элементов (окна, двери) в общей сумме не менее $0,05 \text{ м}^2$ на 1 м^3 объема помещения машинного зала. Окна застекляются обыкновенным стеклом. Двери из машинного отделения должны быть обшиты жстью по асбесту, самозакрывающимися и открываться в сторону выхода. Для быстрой эвакуации персонала должно быть не менее 2-х выходов, а расстояние до выхода не более 30 м. Пути эвакуации могут быть и оконные проемы, поэтому высота подоконников не должна превышать 1,2 м.

Полы в машинном отделении должны быть ровные, нескользкие, из негорючего материала.

Вспомогательные помещения такие, как электрощитовые, операторные или помещения КИПиА — должны располагаться в отдельных помещениях. Выход из электрощитовых в соответствии с требованиями ПУЭ выполняется наружу; из операторной — наружу или через тамбур-шлюз в машинное отделение. Названные помещения должны быть обеспечены подпором воздуха от приточных вентсистем.

Для надежного проветривания отделения установки обеспечивают механической приточно-вытяжной, а также аварийной вентиляцией.

Приточная вентиляция должна обеспечить не менее 2-кратный воздухообмен, вытяжная — превышать приток на 1 кратность, но не более, во избежание сквозняков.

Аварийная вытяжка обеспечивает не менее 8-кратный обмен дополнительно к основной вытяжной вентиляции. Аварийная вентиляция выполняется или отдельной вентсистемой с разводкой воздуховодов или устройством осевых вентиляторов в оконных проемах. Вентустановки должны располагаться вне обслуживаемых помещений.

Системы вентиляции проверяются периодически на эффективность работы специализированными организациями, имеющими ли-

цензию Проматомнадзора на пусконаладочные работы.

Электрооборудование, устанавливаемое в помещениях холодильной установки (электродвигатели, светильники, пускатели, проводка), должно соответствовать требованиям ПУЭ для взрывоопасных зон В-1б, В-1г (если оборудование с аммиаком установлено снаружи). Это значит, что приборы, аппараты и электродвигатели должны иметь защитную оболочку.

Помимо основного освещения, в помещениях машинного и аппаратного отделений должно быть выполнено аварийное, которое включается автоматически от независимого источника при отключении рабочего.

При ремонтах, осмотре, чистке оборудования применяются переносные светильники с повышенной взрывозащитой напряжением не более 12 В.

Здания аммиачных холодильных установок в соответствии с РД 34.21.122-87 должны иметь молниезащиту II категории и которая раз в год перед началом грозового сезона должна проверяться специализированными организациями на сопротивление растеканию тока.

Все холодильные установки должны обеспечиваться системой отключения электропитания при аварийном выбросе аммиака с включением аварийных освещения, вентиляции и sireны. Практика обследований показала, что не все предприятия имеют систему оповещения персонала, людей близлежащих предприятий и жилых массивов. Включение аварийной вентиляции предусмотрено только вручную у входов в отделение холодильной установки.

На многих предприятиях отсутствуют флюгера, столь необходимые при осуществлении плана ликвидации аварии, эвакуации людей и направления их в безопасное место.

Ряд из них только после обследований Проматомнадзора разработали и согласовали со службами ГО планы ликвидации последствий выбросов аммиака, а также рассчитали зоны поражения в соответствии с РД 52.04.253-90.

Определен ряд требований по расположению и устройству оборудования. Должны соблюдаться определенные правилами расстояния между ним и строительными конструкциями для обеспечения удобного его обслуживания.

Оборудование, не требующее постоянного наблюдения за его работой – ресиверы, маслоотделители, конденсаторы, – целесообразнее устанавливать снаружи здания на огражденной площадке. Ресиверы обеспечиваются навесом для защиты от солнечных лучей.

На оборудование, применяемое на холодильных установках, должны быть паспорта. Оно изготавливается только на специализированных предприятиях, имеющих лицензию. Для применения на поднадзорных установках оборудования, закупаемого за границей, требуется разрешение Проматомнадзора.

Для обвязки холодильных аппаратов применяются бесшовные, холоднокатанные трубы из соответствующей температурным режимам стали. Арматура также должна быть из стали, только при температуре не ниже -30°C допускается из ковкого чугуна.

Фланцевые соединения должны иметь уплотнительные поверхности типа «шип-паз», для уплотнения фланцев применяется паронит. Трубопроводы с аммиаком прокладываются по территории предприятия наземно, не допускается подземная прокладка, в том числе в туннелях.

Во избежание залива аммиачных компрессоров всасывание паров аммиака выполняется из отделителя жидкости.

Аммиачная система хладоснабжения должна обеспечивать возможность быстрого удаления жидкого аммиака из системы в дренажный ресивер, а при отсутствии его – в аварийную емкость.

Компрессорные установки оснащаются системой защиты при:

превышении давления нагнетания, превышении температуры нагнетания, падении давления всаса ниже предельного значения, падении давления охлаждающей воды на компрессорах, имеющих охлаждающую рубашку, колебании уровня аммиака в сосудах, из которых ведется всасывание паров аммиака компрессором.

Рабочий уровень в этих сосудах поддерживается регулятором уровня.

При превышении допустимых уровней жидкого аммиака должны срабатывать звуковая и световая сигнализации (желтый – сигнал предельно допустимого уровня; красный – достижения аварийно опасного уровня аммиака), а также блокировка на остановку компрессора.

Исправность приборов защиты компрессоров проверяется 1 раз в месяц, а защитных реле уровня в аппаратах – 1 раз в 10 дней с отражением в журнале.

На объектах, расположенных вблизи общественных, жилых и производственных зданий, должен осуществляться непрерывный контроль загазованности помещений машинного зала. При превышении параметров загазованности срабатывает сигнализация об опасных концентрациях, производится автоматическое включение устройств защиты и оповещения (п. 4.2.2.1).

Для защиты персонала, случайно закрытого в холодильной камере, предусматривается сигнализация «человек в камере». О работе вентиляции сообщает световая сигнализация.

На линиях нагнетания паров аммиака от компрессоров должны устанавливаться обратные клапаны, а на оборудовании, работающем под давлением, – предохранительные клапаны (ПК).

Между аппаратом и сосудом нельзя устанавливать запорную арматуру.

Для обеспечения непрерывной работы аппаратов при снятии ПК в ревизию или ремонт, на аппарате устанавливаются два клапана с трехходовым вентилем, чтобы при отключении одного клапана в действии был второй.

Не допускается установка общего клапана на нескольких аппа-

ратах, а также установка заглушек и предохранительных пластин вместо клапана.

В установленные сроки по графику клапаны должны проходить ревизию – установленные на компрессорах – 1 раз в год; установленные на аппаратах и сосудах – 1 раз в полгода.

По результатам ревизии составляется акт.

Выброс от предохранительных клапанов выводится наружу на 1 м выше конька крыши наиболее высокого здания в радиусе 50 м. Устье трубы выброса защищается от атмосферных осадков.

Обслуживающий персонал должен контролировать параметры процесса и отражать их значения в сменном журнале установленной формы. Кроме основных параметров в журнале необходимо отражать температуру охлаждающей воды из рубашек цилиндров компрессора не более 45°C , а также 1 раз в месяц проверять отходящую воду на наличие аммиака.

В сменном журнале отражаются все работы, проводимые на установке (огневые, газоопасные, ремонтные, испытания и т.д.), а также замечания по работе оборудования.

Для поддержания в рабочем состоянии оборудования его следует в соответствии с графиком выводить в ремонт (средние, текущие и капитальные). Для проведения ремонтов предприятия, прежде всего, подрядные, должны иметь лицензию Проматомнадзора. Службе, ответственной за безопасную работу установки (главного энергетика), следует строго следить за выполнением ремонтных работ в полном объеме в соответствии с ведомостью дефектов.

На подконтрольных Проматомнадзору установках проводится регистрация сосудов, работающих под давлением. Каждый аппарат (сосуд) подвергается техническому освидетельствованию (ТО) до пуска в работу и периодически – в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

ТО включает наружный, внутренний осмотр и гидравлическое

или пневматическое испытания. На герметичность сосуда подвергаются испытаниям воздухом или инертным газом рабочим давлением. Периодичность ТО сосудов, работающих со средой, вызывающей коррозию со скоростью не более 0,1 мм/год – 2, 4, 8 лет; со скоростью более 0,1 мм/год – 1, 4, 8 лет. Результаты испытаний сосудов заносятся в паспорт. Испытания на прочность аппаратов проводятся давлением, равным: стороны нагнетания 18 атм, стороны всаса – 12 атм, на плотность – 15 атм и 10 атм.

Сроки испытаний на прочность трубопроводов и теплообменной аппаратуры: первое – через 15 лет работы; второе – через 5 лет; последующие – через каждые 3 года.

По результатам испытаний составляются акты.

Помимо этого, аппараты и сосуда, проработавшие более 20 лет, должны проходить диагностирование в полном объеме в соответствии с программой. Программа или технические условия диагностирования должны быть согласованы с Проматомнадзором.

В настоящее время Проматомнадзор разрабатывает такие технические условия, которые будут руководящим документом для всех предприятий, осуществляющих диагностирование оборудования.

На предприятии приказом назначаются лица, ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования, а также по надзору за техническим состоянием оборудования из числа ИТР.

Опасные работы, проводимые на аммиачной установке, такие как газоопасные, огневые, должны проводиться по нарядам-допускам с соблюдением Типовых инструкций по проведению газоопасных и огневых работ. Ремонтные работы и другие, не связанные с работой оборудования, также проводятся по нарядам-допускам на работы повышенной опасности.

Безопасную эксплуатацию установок в большой степени определяет обученность персонала, обслуживающего эти объекты. В основном это опытные машинисты, прошедшие обучение в учебных комбинатах. Работая на объектах, они проходят периодические инструктажи (1 раз в 3 месяца) и ежегодную проверку знаний. Труднее вопрос решается со вспомогательными профессиями такими, как слесари КИП, электрики.

На практике предприятия не закрепляют такой персонал по обслуживанию КИПиА и электрооборудования аммиачных холодильных установок, а на малых установках его вообще нет. В результате состояние многих аммиачных установок неудовлетворительное.

На всех предприятиях должно действовать «Типовое положение о порядке проведения инструктажа, обучения и проверки знаний».

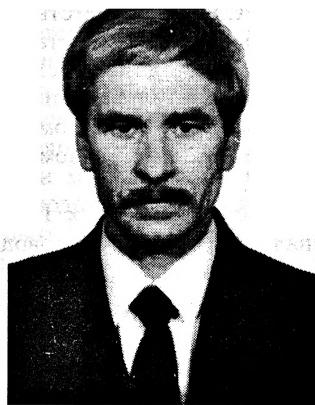
На аммиачных холодильных установках должны быть: проектная документация в комплекте с актами испытания оборудования и проведения специальных работ; паспорта оборудования; суточный журнал; графики ППР; инструкции – по эксплуатации установки, по охране труда при выполнении работ, по пожарной безопасности, по обслуживанию КИПиА; план ликвидации аварий с учетом прогноза последствий возможных выбросов аммиака из системы; расчета зон поражения в соответствии с методикой.

По плану ликвидации аварий ежегодно должны проводиться учебные тревоги. Знания плана ликвидации аварий персоналом должны проверяться ежегодно.

Обслуживающий персонал должен обеспечиваться средствами индивидуальной защиты: спецодеждой, спецобувью, противогазами марки КД в соответствии с требованиями норм и правил.

Для работ в аварийной ситуации должен быть резерв аппаратов типа АСВ, спецкостюмов и противогазов.

ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ



*Н.К. ЮХНОВСКИЙ,
ведущий государственный
инспектор
Проматомнадзора*

Конец 80-х годов уходящего столетия охарактеризовался огромными переменами как в политике, так и в экономике бывшего Союза. Свидетельство тому

- создание в сфере товарного производства предприятий, фирм, обществ и т.д. с различными формами собственности: государственной, коллективной, частной, смешанной, на правах аренды.

Обозначился процесс монополизации, разделения крупных предприятий на более мелкие производства, находят практическое применение более гибкие формы управления для достижения высокой эффективности производства. Не вновь рожденные субъекты хозяй-

ствования справились с этим. Отчасти из-за того, что нарушилось ранее существовавшее экономическое пространство, усилились дезинтеграционные процессы - хозяйственные связи оказались разорванными, основные фонды и технологии стареют, а нехватка оборотного капитала побуждает к жесткой экономии на оборудовании, инвентаре, охране труда и т.д.

Такая обстановка потребовала совершенствования методов и форм государственного контроля и регулирования в различных отраслях деятельности субъектов хозяйствования, в том числе и в отношении безопасности труда.

В 1991 г. Совет Министров Белорусской ССР принял поста-

новление № 386 “О порядке выдачи субъектам хозяйствования специальных разрешений (лицензий) на осуществление отдельных видов деятельности”, а также утвердил “Перечень видов деятельности, на осуществление которых требуется специальное разрешение (лицензия)”. Согласно перечню Госпроматомнадзора было поручено осуществлять лицензирование по таким направлениям деятельности, как химическое производство, объекты атомной энергетики, радиационные устройства и установки, делирующиеся материалы и изделия на их основе, объекты котлонадзора, горные и геологоразведочные работы, системы газоснабжения и т.д. Позже этот перечень был уточнен.

В процесс лицензирования вовлечены практически все предприятия с различной формой собственности.

Госпроматомнадзором (Проматомнадзором) были подготовлены “Временные методические указания о порядке выдачи субъектам хозяйствования лицензий на деятельность”, на основе которых разработаны положения, указания в других органах государственного надзора и регулирования.

Получение лицензий требует выполнения определенных инженерных решений, а также строгого делопроизводства. Субъекты хозяйствования вместе с получением лицензий возлагают на себя обязанности по безусловному выполнению требований технического и юридического порядка. Вот почему приходилось сталкиваться с непониманием рядом руководителей, предпринимателей, специалистов задач, целей и сущности лицензирования.

Лицензирование выявило истинное положение дел на предприятиях, объектах, более четко вырисовывались узкие места промышленного производства: изношенность оборудования, вплоть до рискованной эксплуатации установок и агрегатов; отсутствие необходимой нормативно-технической документации.

Понимая сложность экономического положения субъектов хозяйствования, наши сотрудники последовательно выдерживают линию по наведению должного

порядка на поднадзорных объектах, на первых порах шли многим из них навстречу. Лицензия иногда выдавалась с определенными условиями ее действия, что предполагало выполнение конкретных мероприятий по устранению недостатков, разработанных на недалекую перспективу, ограничение зоны действия лицензии или какие-то другие условия, позволяющие обеспечить безопасность труда.

Позже диалог между субъектами хозяйствования и Проматомнадзором пошел в более конструктивном русле. Руководители и специалисты с государственных позиций стали оценивать положение дел на возглавляемых ими предприятиях и производствах.

Важно отметить, что процесс лицензирования обеспечивается законодательством, предписывающим обязательное получение разрешений органов государственного управления на отдельные виды деятельности и предусматривает применение штрафных и других санкций за нарушение установленного порядка.

Для получения лицензий необходимо наличие у субъекта хозяйствования технических, финансовых, кадровых и других требований для осуществления того или иного вида деятельности при безусловном обеспечении условий труда, его безопасности и качества.

Это относится и к эксплуатации, ремонту, монтажу, наладке и диагностике стационарных компрессорных станций.

Правда, здесь есть свои специфические сложности. Прежде всего, это связано с отсутствием четкой нормативно-технической документации. Все начинается с терминологии.

В различных литературных, нормативно-технических источниках по-разному трактуются такие понятия, как компрессорная установка, станция, машина и т.д.

Так, действующие “Правила устройств и безопасной эксплуатации компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов”, подготовленные в 1975 г. НИИ Химмаш, Москва, предъявляют требования не только к компрессорным машинам, но и к помещению, вентиляции, размещению оборудования и т.д. В то же время все в совокупности не называется вообще никак. Выпущенные в 1975 г. Правила не

учитывают современное техническое оснащение.

Все это наложило свой отпечаток и на лицензирование видов деятельности, связанных с эксплуатацией, ремонтом, монтажом, обслуживанием компрессорных станций. Эта деятельность в первых директивных документах по лицензированию была записана в разделе: объекты энергетики, позже: приборы и оборудование высокого давления.

Хочу перечислить основные требования для получения лицензий. Это – соблюдение Правил, обученные, профессиональные кадры, соответствующее материально-техническое обеспечение, наличие нормативно-технической документации и др.

Каждый из этих вопросов требует тщательного обследования. Так, например, кадровый вопрос – это наличие экзаменационной комиссии по проверке знаний работающих по вопросам безопасности и охраны труда, обученность кадров, возможности для проверки знаний, наличие нормативно-технической документации, инструкций и т.д.

Не менее важный вопрос при обследовании субъектов хозяйствования для получения лицензии – это состояние материально-технической базы. Надежность механизмов, технических устройств обеспечивается постоянным соблюдением требований правил, инструкций по обслуживанию. Здесь соблюдение графика планово-предупредительных ремонтов, своевременная проверка контрольно-измерительных приборов, наличие системы аварийной защиты компрессоров, обеспечивающей звуковую и световую сигнализацию при изменении заданных параметров, превышающих граничные, и автоматическую остановку компрессора.

Каждая компрессорная станция должна иметь соответствующую техническую документацию: схемы, инструкции, паспорта, журналы, графики, акты.

Обследование указанных и других позиций позволяет сделать заключение о состоянии безопасности выполняемого вида деятельности и возможности выдачи субъекту хозяйствования лицензии.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ



*С.В. БЕЛЯВСКИЙ,
начальник компрессорной
станции Минского
подшипникового завода*

Практически вся потребность сжатого воздуха на МПЗ обеспечивается централизованной компрессорной станцией, где установлены компрессорные установки ТКА-250, ПК-55В, 5Г, 4ВМ10-100/8, 7ВВ-40/9.

Компрессорная станция МПЗ – одна из старейших в республике. Оборудование, поставленное еще в 1956 году, претерпело ряд усовершенствований, проведенных специалистами завода. В частности, на поршневых компрессорах была установлена защита от понижения давления воды в системе охлаждения и масла в масло-системе; сорокасекундная защита на восстановление работоспособности защит по давлению воды и масла. Установлен контроль асинхронного хода электродвигателя при потере возбуждения, изменена схема электроснабжения двигателя лубрикатора.

Что касается более новых винтовых компрессоров, то они снабжены системой автоматики, позволяющей предупреждать неисправности в системе путем отключения двигателя по истечении 10 секунд при засорении маслофильтра, маслоотделителя, колебаниях температуры и давления воздуха.

В процессе эксплуатации компрессора 7ВВ-40/9 выявились конструктивные недоработки электронных датчиков давления в маслофильтре. Их показания искажались вибрацией установки. Были приняты меры, и сегодня компрессор работает безотказно.

В целях снижения расхода электроэнергии и улучшения режима работы внедрен частотно-регулируемый привод АТ02-160 водяного охлаждения компрессоров. Плавное изменение частоты тока от 1 до 50 Гц позволяет избежать как электрических, так и механических перегрузок оборудования.

В числе других разработок хотел бы отметить электронные блоки по измерению и контролю температуры обмоток электродвигателя и температуры воды. Оператору достаточно записать показания 10 точек (с 0 до 9), которые появляются по очереди на маленьком табло.

Внедрено и успешно работает устройство автоматического включения продувки фильтра всаса ТКА и продувки конденсата с промежуточных и конечных охладителей по заданному интервалу времени.

Главный недостаток существующей схемы электроснабжения турбокомпрессоров ТКА – 250, ограниченное число пусков в год, равное 54.

На МПЗ внедрен в 1998 г. высоковольтный преобразователь частоты ВПЧ-10. Это позволило проводить пуск электродвигателя ТКА неограничен-

ное число раз, так как он раскручивается от 0 до 3000 об/мин. за 50 сек. Стоимость этого изделия солидная, но самокупаемость в зависимости от интенсивности работы, пусков-остановок и других факторов не более 1,5 лет.

В целом эффективность работы компрессорных установок зависит от высокоэффективного охлаждения водой масла, конечных и промежуточных охладителей, электродвигателей и др. Чем эффективнее будет съем тепла, тем выше кпд и надежность работы компрессорных установок.

Около пяти лет назад на заводе была модернизирована градирня – главный заводской охладитель технической оборотной воды. Вместо деревянных решеток и конструктивных элементов, которые приносили немало неприятностей, были смонтированы в тех же блоках форсуночные распылители с подачей воды снизу-вверх и заменой шифера на оцинкованный профнастил. Это исключило попадание в воду щепок и осколков шифера, улучшило эстетический вид градирни.

Руководство МПЗ постоянно следит за повышением квалификации обслуживающего персонала, соблюдением сроков планово-предупредительного ремонта оборудования. В декабре 1999 г. весь основной состав работников компрессорной станции прошел переподготовку через УКК по конкретной тематике непосредственно на заводе с привлечением опытных преподавателей. Срыв графиков ремонта на заводе рассматривается как ЧП.

ПРАКТИКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ИМПОРТНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК

На Белорусском металлургическом заводе установлены компрессоры различных фирм, работающие на разных газообразных средах, имеющие различное функциональное значение, что дает возможность сравнить их качество и достоинство.

Кислородный компрессор 4Д225-3Д фирмы «Зульцер», установленный на кислородно-компрессорной станции, эксплуатируется с 1984 года.

Заводские графики ремонтов и осмотров составлены в соответствии с рекомендациями изготовителя, «Положением о планово-предупредительном ремонте энергетического оборудования предприятий системы Министерства черной металлургии», хотя их выполнение не всегда обеспечивается производственной программой.

За время эксплуатации был ряд поломок и нарушений работы компрессора. Так, в 1988 году срезало вал электродвигателя у подшипника скольжения в области галтели со стороны полумуфты и махового колеса. Фирмой признан брак в отливке вала. Наблюдались заедания байпасного клапана после 2 ступени. Причина – задиры и выработка посадочного места, деформация штока. Поломка и разрушение прижимных пластин и пружин, повреждение седел клапанов. Наблюдались из-за прочностной усталости, неправильной сборки пластин клапанов при проведении ремонта.

Конструктивные особенности компрессора фирмы «Зульцер» требует дополнительного внимания к системе разделения между масляным поддоном и несмазываемым цилиндром и системе уплотнения в зоне сжатия газа, газовым клапанам, направляющим элементам поршня и штока.

На эксплуатационные режимы и техническое состояние агрегата влияет несвоевременное приобретение импортных запчастей.

*А.А. СОТНИКОВ,
заместитель главного
энергетика Белорусского
металлургического завода,
г. Жлобин*

Значительный износ колец сальников поршневого штока ведет к падению производительности. Разделение газовой и масляной поверхностей на штоке предусмотрено кольцом-щитом с определенной силой натяжения штанговой пружины. Фирма запрещает изменять форму, размер этого щита-кольца, чтобы исключить образование завихрения и заброс масла на газовую полость штока. Износ направляющего подшипника штока влияет на зазор между цилиндром и поршнем. Происходит соприкосновение между лабиринтным уплотнением юбки поршня и уплотняющими лабиринтами цилиндра и их износ. Анализ показал, что поршни аналогичного российского компрессора проработали без замены 15 лет, что составило около 130 тыс. часов работы, в то время как ресурс, заложенный фирмой «Зульцер», составляет 40-60 тыс. часов. Вместе с тем практика показывает, что своевременное и тщательное выполнение рекомендаций по эксплуатации, ремонту и техническому обслуживанию компрессора обеспечивает надежность его работы сверх срока, предусмотренного проектом.

Турбокомпрессор PUK 25-3 фирмы Демаг производительностью 20 тыс. м³/ч и мощностью 2200 кВт эксплуатируется на протяжении 15 лет. Отмечены следующие отклонения в работе и рост вибрации: вала 2 ступени из-за перепуска воды в газовую полость и высокой температуры воздуха происходило интенсивное выпадение солей жесткости на рабочем колесе 2 ступени и в улитке; обрыв крепежных болтов дистанционных шайб на

муфте промвставки; коррозия посадочных мест в районе уплотнения трубной доски внутри корпусов холодильников.

Винтовые воздушные компрессоры фирмы «Атлас Копка».

Производительность 4500 м³/ч, мощность – 560 кВт. Отмечались: разрушение лопаток в местах сварки на циклонах конечных холодильников, демпферных пластин муфты сцепления, обратного клапана после 2 ступени (обрыв ушка и пружины на заслонке), износ золотника загрузочно-разгрузочного устройства. (Компрессор не загружался).

В ноябре 1997 г. были введены в эксплуатацию два компрессора марки ВП320/9 производительностью 20 м³/мин, давлением 9 атм., мощностью 117 кВт. В результате последнего обследования, после 4,5 тыс. часов работы, выявилось, что замене подлежат 29 позиций наименований деталей. И это на фоне регулярного технического обслуживания и проведения текущих ремонтов. Немаловажным моментом является взрыво-пожаробезопасная работа компрессорной станции. Масло, подаваемое лубрикатором, удаляется с помощью маслоъемных колец, но в процессе работы часть его, находящаяся в газообразном состоянии захватывается вместе с воздухом и поступает в силикогелиевые блоки осушки воздуха. В результате происходит накопление масла, и при регенерации силикогеля при высоких температурах создается угроза безопасной работы станции, на что следует обратить внимание.

Ненадежным в эксплуатации оказался компрессор для перекачки газообразного азота марки 2ГМ-2,5-14/9С этого же завода. За два года он наработал около 1 тыс. часов и претерпел 2 крупных ремонта. Подлежали замене поршни, штоки, крейцкопф, крышки и другие основ-

ные узлы и детали. Было решено приобрести импортные компрессоры марки SRMU 920-5 фирмы BOGE. За год с момента их запуска, наработано 590 часов. За этот период сбоев в работе не наблюдалось.

Опыт нашей работы показывает, что надежность компрессорного оборудования производства СНГ оставляет желать лучшего. Низкое качество изготовления деталей, устаревшие конструктивные решения, неоправданная замена материалов деталей – все это вкуче значительно снижает ресурс работы машин, увеличивает ремонтные и аварийные межремонтные простои и в значительной степени затраты на восстановление работоспособности.

Отдельно хотелось бы рассмотреть работу компрессорного парка холодильного оборудования.

На БМЗ имеется более 800 компрессорных холодильных установок, из них около 200 единиц торгового оборудования, остальные – холодильные машины центральных кондиционеров, автономные кондиционеры, крановые кондиционеры, водоохлаждающие холодильные машины, каскадные холодильные машины, бытовые кондиционеры, сатураторы. Максимальная холодопроизводительность их до 185 кВт. Основные хладагенты – фреоны R22, R12, R13, R502. А с 2000 г. – R134a, R401A, R407C, R23. На холодильных машинах установлены компрессоры зарубежных фирм: сальниковые Aspera, Sulzer; бессальниковые Bitzer, Dorin, Copeland, Hitachi; герметичные Copeland, Maneurop, Aspera, L'Unite Hermetique, Danfoss, Boston); экранированные Frigopol. Используются также отечественные промышленные кондиционеры «Нептун», «Климат-125», «Дельфин-100». Бытовые «Донбасс», «БК», торговые холодильные машины MBV4-1-2, MBV6-1-2, агрегаты с герметичными компрессорами типа BC, BH, BCэ.

Согласно Монреальскому протоколу по защите озонового слоя атмосферы на заводе идет перевод холодильного оборудования на азобезопасные хладагенты. Разработана программа поэтапного вывода из обращения озоноразрушающих фреонов R12, R13, R502. Основная трудность при замене хладагента – очистка холодильной системы от минерального масла. Подсчитано, что при работе герметичных компрессоров более 7 лет (срок амортизации) целесообразно менять не хладагент, а установить компрессор, работающий на новом хладагенте.

Для импортных компрессоров большое значение имеет марка заправляемого масла. Так, для винтовых компрессоров «Hitachi» 5002SC-H требуется масло Hitachi Oil SR30. Аналога отечественные и предложенные фирмой Mobil, имеющие похожие свойства, привели к разделению масла с фреоном в ресивере, нарушению возврата масла в компрессор. Поршневые компрессоры этой фирмы с заменой масла вышли из строя через 3 года эксплуатации. Компрессоры, где осталось отработанное фирменное масло, работают без капитальных ремонтов уже 16 лет. Поэтому очень осторожно надо подходить к замене масла. Однако в кожухотрубных испарителях из-за гидравлических ударов при работе насосов была нарушена целостность трубок хладагента. На винтовых компрессорах 5002SC-H в отличие от аналогичных 4002SC-H (меньшей производительности) отсутствует плавность переключения со звезды на треугольник, в результате – повышенный износ подшипников винтовых пар.

В результате дефектов сборки (не закреплены глушители) были случаи выхода из строя компрессоров фирмы Aspera. Герметичные компрессоры фирмы Copeland – низкая прочность шатунов, часты случаи разрушения шатунов, что приводит к разломам корпуса компрессора.

Из поставленных на завод 8 сплит-систем фирмы York с герметичными ротационными компрес-

сорами фирмы Boston в период гарантийного срока эксплуатации (работали один сезон) в 4-х сгорели электродвигатели.

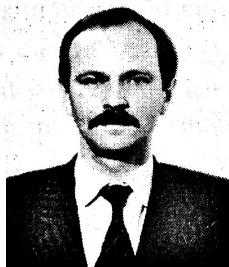
Из 14 установленных в прошлом году холодильных машин Гомельского завода станочных узлов 6 компрессоров вышли из строя. Основная причина – качество сборки: не закреплен фильтр, корпус компрессора цепляет за кожух, недостаточная теплоустойчивость изоляции выводимых концов, что приводит к сгоранию встроенных электродвигателей.

Агрегаты BV1000 производства АОТ «Холодмаш» (г. Ярославль), кондиционеры «Климат-125», «Дельфин-100» (г. Николаев) кроме повышенного шума имеют дефекты конструкции и сборки – не закреплены противовесы, малая прочность материала пластин клапанов, грубая защита по току, горят электродвигатели.

Для повышения надежности работы отечественного оборудования рекомендовали бы предусмотреть установку реле давления на агрегаты BCэ, BC, BH с квитированием неисправности и обеспечить плавное регулирование давления конденсации, особенно при установке конденсаторов или агрегатов вне помещения, и предусмотреть защиту по току с квитированием неисправности. Следовало бы увеличить длину шеек коленвала под шатунами, так как при горизонтальном расположении цилиндров под собственным весом шатунов происходит выработка и затем заклинивание шатунно-поршневых групп до истечения сроков амортизации оборудования. Необходимо повысить и температуростойкость лакового покрытия статоров встроенных электродвигателей.

Для повышения надежности работы компрессоров холодильных установок важно правильно подбирать теплообменные аппараты-испарители и конденсаторы. Это касается и импортного оборудования.

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ КОМПРЕССОРОВ ДЛЯ ОЗОНОБЕЗОПАСНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ



В.С. Крупский



А.А. Толпеко



Г.И. Черняк

Минский завод холодильников

Закрытое акционерное общество «Атлант» было создано в 1993 году на базе Минского завода холодильников и занимает ведущие позиции в области бытовой холодильной техники.

Определенную веху в становлении завода «Атлант» сыграло принятие международным сообществом в 1996 году Монреальского протокола по защите озонового слоя Земли. Выполнив это требование, ЗАО «Атлант» полностью перевело выпуск своей продукции на озонобезопасные технологии.

В качестве хладагента используется новое вещество без содержания хлора – под названием R134a, вместо ранее применяемого R12. Этим решается не только экологическая, но и научно-техническая, экономическая и даже политическая проблемы.

Внедрение озонобезопасного хладагента R134a потребовало серьезного перевооружения производства, создания новой конструкции компрессора, модернизации самих холодильных машин, применения новых материалов и комплектующих, производство которых в бывшем СССР вообще не было освоено.

До 1993 года компрессор для МЗХ изготавливался на Мажейкяйском заводе. Распад СССР потребовал создания отече-

ственного компрессора по лицензии и на оборудовании японской фирмы «Sanjo» на Барановичском станкостроительном заводе. К 1995 году была разработана конструкторская документация и освоено производство модернизированного варианта компрессоров серии С-КМ для работы на озонобезопасном хладагенте R134a.

Продолжением работ в этом направлении явилась разработка в 1996 году конструкторской документации ряда компрессоров серии С-КО с увеличенной на 10% эффективностью и уменьшенным на 3-5 дБА уровнем шума по сравнению с компрессорами серии С-КМ. Внедрение в указанных компрессорах новых конструктивных решений позволило в 1998 году перейти к выпуску озонобезопасных конкурентоспособных компрессоров, соответствующих мировым стандартам и возрастающим требованиям потребителей, что подтверждено соответствующими сертификатами и поставками компрессоров и холодильников с указанными компрессорами в страны СНГ и Западной Европы.

Основным показателем эффективности компрессора является коэффициент K_e , показывающий отношение холодопроизводительности компрессора к потребляемой мощности. Чем выше этот коэффициент, тем более эффективно работает компрессор. С

учетом жестких нормативов на снижение расхода электроэнергии в бытовых приборах применение компрессоров фирмы ЗАО «Атлант» позволяет решить эту крупнейшую техническую проблему.

И еще одно достоинство компрессора ЗАО «Атлант». Он имеет возможность быть использованным как с хладагентом R12, так и R134a. Достигается это за счет того, что в нем применено универсальное синтетическое масло «Arctic-15» ведущей мировой фирмы «Mobil», которое равнозначно совместимо с обеими этими хладагентами. Это обстоятельство облегчает производство холодильников и создает идеальные условия для сервисного обслуживания холодильников.

ЗАО «Атлант» решил задачу исключения радиопомех при работе компрессора одновременно с обеспечением электробезопасности по Европейским стандартам. Это позволило аттестовать их на знак TUV (Германия), VDE признанными всеми странами Европейского Сообщества (ЕС).

Компрессоры АО «Атлант» снабжены специальным рабочим конденсатором, который обеспечивает возможность запуска компрессора при колебании напряжения в электрической сети до 160 вольт.

За счет применения специального глушителя прямого всасывания хладагента снижается шум компрессора в среднем до 38 дБА вместо допустимых по международным стандартам 42 дБА.

Таким образом, перечисленные конструктивные особенности компрессора наряду со стабильным технологическим процессом по лицензии фирмы «Санье», высокой степенью автоматизации и широким

применением материалов зарубежных поставщиков (Япония, Швеция, Германия) делают компрессор ЗАО «Атлант» одним из самых перспективных в современной Европе.

Учитывая специфику производства Барановичского станкостроительного завода, перспективными направлениями на ближайшие 5 лет являются:

1. Совершенствование существующих моделей компрессоров в части снижения шума и повы-

шения холодопроизводительности на основе анализа конструкций компрессоров ведущих фирм, существующих на рынке несколько десятилетий.

2. Перехода на изобутан (R600), проявившего себя как экологический и эффективный хладагент, тем более, что существующая технологическая база позволяет это сделать без заметных затрат.

Что касается перехода на новые конструкции компрессоров, кардинально меняющие

технологии производства, то эти работы должны быть завершены к моменту морального старения и реального износа технологического оборудования объединения.

ОТ РЕДАКЦИИ.

Холодильники завода «Атлант» имеют, кроме описанных, целый ряд достоинств, находящихся за пределами темы, обсуждаемой на сегодняшнем семинаре.

МЕТОДЫ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УЗЛОВ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК

Один из самых эффективных методов повышения рентабельности производства – это увеличение срока службы и безопасности эксплуатируемого оборудования. По истечении гарантийных сроков пригодность его к дальнейшей работе можно определить только с помощью технического диагностирования. Особого внимания здесь требуют компрессорные установки – системы, включающие компрессор, трубопровод, сосуд.

На ГПО «Азот» планомерная работа по техническому диагностированию оборудования проводится с 1989 г. Ее выполняют специалисты бюро технической диагностики (БТД) и лаборатории неразрушающего контроля ремонтно-механического производства, имеющие необходимые лицензии, разрешения и аттестаты аккредитации.

Для обследования сложного и наиболее ответственного оборудования привлекаются специалисты физико-химического института Национальной академии наук, института теплообмена им. Лыкова, ГИАП, ИркутскНИИхиммаш, других специализированных организаций, имеющих лицензии (разрешения) Проматомнадзора Республики Беларусь.

Техническое диагностирование проводится по программам,

*Н.С. ЛАБОЦКИЙ,
начальник бюро
технической диагностики
Гродненского ПО «Азот»*

которые разрабатываются для конкретного аппарата на основании действующих методик технического обследования. Программы согласовываются с органами Проматомнадзора РБ и специализированными организациями.

В числе других на предприятии используются два специфических метода технической диагностики. Для сосудов, работающих под давлением, применяется акустико-эмиссионный метод контроля основного металла и сварных швов. По излучению упругих волн, вызванных перемещением дислокаций, появлением их опасной концентрации в каком-либо месте корпуса сосуда, появлением и развитием трещины можно характеризовать состояние сосуда. Этот метод регламентирован «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (статьи 4.6.17 и 6.3.20). Его мы используем также с целью установления достоверных сведений об исходном состоянии нового оборудования, при испытании вновь изготовленных в ремонтно-механическом производстве сосудов. Результаты акустико-эмиссионного обследова-

ования сосудов записываются на жесткий диск ПЭВМ. После проведения обследования производится оценка и составляется отчет о результатах обследования в соответствии с РД 03-131-97 «Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, котлов и технологических трубопроводов». Результаты акустико-эмиссионного обследования, схема расположения датчиков на обследуемом сосуде, график нагружения, отчет о результатах акустико-эмиссионного обследования записываются на гибкие магнитные диски и хранятся в архиве бюро технической диагностики. Таким образом, создается база данных по сосудам, работающим под давлением, что позволяет принять меры по устранению таких дефектов как расслоение основного металла емкостей хранения жидкого аммиака, раковин в сварных швах и других.

Особенно эффективно применение метода акустической эмиссии при обследовании сосудов, где загружены катализаторы, так как объемы катализаторов, находящихся в аппарате, значительные и их выгрузка не требуется.

За 1999 год на объединении в соответствии с утвержденным графиком выполнено диагностическое обследование 150 сосудов, ра-

ботающих под давлением, из них 135 - службами объединения и 15 единиц - с привлечением физико-технического института Национальной Академии наук (для выполнения расчета остаточного ресурса), института теплообмена им. Лыкова (для определения состояния теплоизоляции на хранилище аммиака $V = 10000$ тонн), Дзержинского ГИАП (для замера толщины трубок на конденсаторах высокого давления и стрипперах производства карбамида). Произведена замена 5253 п.м. трубопроводов D57-325 мм и 8 сосудов, работающих под давлением.

В Беларуси акустико-эмиссионным методом диагностирования сосудов, работающих под давлением, трубопроводов, котлов, кроме нас занимаются минские ПП «Амтест», ЗАО «Критерий».

Белорусской Ассоциацией неразрушающего контроля и технической диагностики в феврале 1999 г. был проведен семинар «Акустико-эмиссионный метод контроля промышленного оборудования и трубопроводов» с демонстрацией нового оборудования и программных продуктов. Доклады по теме, обмен мнениями со специалистами подтвердили эффективность данного метода.

Второе направление работы бюро технической диагностики ГПО «Азот» - вибродиагностика. Вибродиагностика, являясь разделом технической диагностики, включает в себя теорию и методы организации процессов распознавания технических состояний машин и механизмов по исходной информации, содержащейся в виброакустическом сигнале.

Основным физическим носителем информации о состоянии элементов работающего оборудования в вибродиагностике является виброакустический сигнал - собирательное понятие, включающее информацию о колебательных процессах (вибрационных, гидро- или газодинамических и др.) и акустическом шуме механизма в окружающей среде.

Следовательно, вибродиагностированию может подвергаться любое оборудование, функционирование которого сопровождается возбуждением колебательных процессов. Вибродиагностика и

мониторинг состояния механического оборудования позволяют уточнить причины дефекта и условия его возникновения и развития, оценить влияющие факторы, вовремя устранить дефект или увеличить среднюю наработку на проявление дефекта (отказа), улучшить организацию разработки и внедрения мероприятий, направленных на устранение дефекта, облегчить взаимодействие изготовителя машин и ее заказчика (эксплуатационника) в конфликтных ситуациях, особенно в начальном периоде массового проявления дефектов и организацию действий по их устранению.

В качестве диагностических признаков могут фигурировать различные характеристики колебательных процессов: частота и амплитуда спектрального компонента, характеристики временных реализаций вибрации и ряд других.

Вибродиагностическими методами решаются две основные задачи диагностики эксплуатируемых агрегатов: распознавание состояния эксплуатируемого агрегата и выявление причин и условий, вызывающих неисправности.

На объединении «Азот» вибродиагностические обследования до 1992 года выполнялись сторонними организациями из Мытищ, Балашихи, Казани. С 1992 года обследования насосно-компрессорного оборудования выполняют специалисты бюро технической диагностики в соответствии с утвержденным годовым графиком рабочей станцией для промышленности «SYSTEM-2» немецкой фирмы PRUFTECHNIK. Текущий контроль состояния вибрации в период между обследованиями выполняют механики и энергетики цехов при помощи приборов VIBROTIP фирмы PRUFTECHNIK (Германия), VIB-10, BEA-52, SYSTEM-43 фирмы SPM (Швеция).

Места установки датчиков промаркированы, что устраняет возможные погрешности измерений от изменения их местоположения.

Специально для объединения немецкой фирмой PRUFTECHNIK разработано программное обеспечение, позволяющее сохранять и сравнивать результаты виброобследований, в том числе формы временных сигналов и спектров вибрации путем наложения друг на друга по

каждой точке виброизмерения, а при необходимости и их распечатку на цветном принтере.

Информация по вибродиагностическим обследованиям хранится на магнитных носителях по каждому турбокомпрессору и турбогенератору. (На объединении работают 30 турбокомпрессоров и 2 турбогенератора).

По каждому вибродиагностическому обследованию составляется отчет, в котором указываются результаты обследования и причины повышенной вибрации в соответствии с международными стандартами ISO 2372; ISO 3945 и другими ГОСТами по вибрации, действующими на территории РБ. Отчеты утверждаются главным инженером объединения. Таким образом информация о состоянии насосно-компрессорного оборудования доводится от мастера до главных специалистов и главного инженера объединения, и при необходимости принимаются меры по устранению причин повышения вибрации.

Кроме периодического вибромониторинга на объединении внедрен постоянный вибромониторинг турбокомпрессоров крупнотоннажных цехов. На них установлены системы вибромониторинга американской фирмы Bently Nevada, немецких фирм DEMAG и Roundlinger.

Вибромониторинг позволил выявить и предотвратить отказы в работе вибродатчиков на корпусах высокого и низкого давления турбокомпрессоров в цехе аммиак - 4, нарушение газодинамики (ослабление лабиринтной втулки и износ лабиринтного уплотнения на корпусе среднего давления), повышенную вибрацию корпуса низкого давления турбокомпрессора природного газа из-за низкой температуры входящего газа (определено, что температура на всасе должна быть не менее $+9^{\circ}\text{C}$) и другие.

В России разработан руководящий документ «Центробежные машины. Организация эксплуатации и ремонта по техническому состоянию». Его разработали в ОАО ИркутскНИИхиммаш на основе опыта эксплуатации стационарных и переносных систем вибромониторинга. Экономическая

целесообразность данной системы выражается в сокращении затрат на ремонт (за счет увеличения межремонтных периодов) сроков и объемов ремонтных работ и простоев оборудования. Руководящий документ устанавливает необходимые условия, которые должны быть созданы на предприятии для внедрения системы планово-диагностического ремонта (ПДР); порядок введения в действие системы ПДР, виды диагностирования в зависимости от категории центробежных машин. Указанный руководящий документ внедрен на Омском и Ан-

гарском нефтеперерабатывающих предприятиях. Мы ставим цель — внедрить систему планово-диагностического ремонта и на нашем объединении.

Полагаю необходимым остановиться на следующем вопросе. Контролем состояния оборудования занимаются специалисты в области неразрушающего контроля. Профилирующим знанием этой специальности является диагностика, а дефектоскопия, и специалисты этого профиля, как правило, не имеют достаточной подготовки по технической диагностике. Их задача — найти и

представить с нормированной погрешностью обнаруженные в материале дефекты. Это сложная и необходимая работа, так как она представляет определенный объем информации для последующей обработки специалистами — диагностами при анализе и выработке решения о состоянии оборудования, конструкции.

На Украине создан Технический комитет, который занимается переподготовкой специалистов по технической диагностике. Необходимо указанный опыт внедрить и в нашей республике.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ АММИАЧНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК



*В.В. ВОЛКОВ,
начальник
компрессорного цеха
Минского
мясокомбината*

В данное время вопросы надежности и долговечности машин весьма актуальны, так как у предприятий не хватает средств на приобретение нового оборудования, а парк действующего изношен примерно на 80%.

В обеспечении надежности работы аммиачных холодильных компрессорных установок можно условно выделить четыре этапа.

Первый — повышение надежности на стадии проектирования и производства конкретной машины.

В качестве отрицательного примера можно привести поршневые компрессоры серии П-110, П-220 (производство Московского завода «Компрессор»). Сла-

бым местом у них является шатунно-поршневая и клапанная группы, сальниковый узел. Для увеличения надежности работы данных компрессоров многие предприятия идут на снижение скорости вращения коленчатого вала за счет замены электродвигателей. При этом естественно снижается производительность компрессора, что приводит к увеличению потребления электроэнергии и к расширению парка машин. В лучшую сторону отличаются поршневые компрессоры серии ДАУ-50, АВ-100, АУ-200 и т.д., выпускаемые тем же предприятием. Практически, не вызывают особых проблем в эксплуатации машины Чешского завода ЧКД — поршневые компрессоры серии НФ-411, 611, 802.

То же можно сказать и о винтовых компрессорных агрегатах типа А-280, АН-130 (производство Московского завода «Компрессор»). В данных агрегатах слабым узлом является маслоохладитель, который не обеспечи-

вает в необходимом объеме, особенно в летний период времени, охлаждение масла и, как следствие этого, — достижение давления конденсации 11 атм.: происходит автоматическое отключение компрессорного агрегата по разности давления нагнетания и давления масла, подаваемого маслососом в систему смазки компрессора, которая составляет около 0,7 атм., в то время, как заводом-изготовителем гарантируется безотказная работа агрегата в пределах давления конденсации до 14 атм. В данной ситуации требуется установка дополнительного маслоохладителя, кроме того, в агрегатах выпуска до 1992 года в качестве перегородок для изменения течения потока масла применялся материал — хлорвинил, который быстро выходил из строя и его осколки, уносимые маслом, попадали в подшипниковый узел компрессора. Данная неисправность вызвала увеличение температуры масла, износа и даже заклинивание подшипников.

Этот недостаток устраняется установкой дополнительного маслоохладителя (как вариант — новые маслоохладители «Хим-

холодсервиса»), либо заменой пластмассовых перегородок на металлические.

С положительной точки зрения можно отметить работу винтовых компрессорных агрегатов немецкой фирмы «Кюль-автомат» S3-900, S3-1800, S3-2500.

На Минском мясокомбинате данные машины эксплуатируются около двух нормативных сроков службы, не вызывая особых нареканий в надежности эксплуатации. В отличие от винтовых компрессорных агрегатов типа А-280 у некоторых, не отработавших и половины нормативного срока, возникают вышеуказанные неисправности, серьезно затрудняющие их эксплуатацию.

Хотелось бы еще остановиться на работе аммиачных соленоидных вентилях. Специалисты, обслуживающие аммиачные холодильные установки, прекрасно знают, что выпускаемые промышленностью СВМ практически не работоспособны, так как мембрана в них выполнена из хлорвинила, который разрушается очень быстро. Достаточно надежны и имеют продолжительный срок эксплуатации (25 лет) соленоидные вентиля производства концерна «Донфус», но стоят они, по нашим меркам, очень дорого.

На сегодняшний день московская фирма «Химхолодсер-

вис» выпускает аналоги «Донфус», которые стоят в два раза дешевле.

Другой выход из положения – это замена конструкций самого соленоидного вентиля мембранного на поршневой. Работоспособность у данного вентиля значительно увеличивается.

Также вызывает много нареканий аммиачная запорная арматура, выпускаемая в последнее время с фторопластовым кольцом на запорном клапане. В случае попадания мелких металлических предметов, окалины на клапан в момент закрытия происходит вмятина и в дальнейшем этот вентиль будет пропускать аммиак. Поэтому сразу при монтаже мы протачиваем клапан, вворачиваем шпильку и устанавливаем фторопластовое кольцо, металлическую шайбу, закручиваем гайку и контрогаим. Данное изменение в конструкции позволило повысить ремонтпригодность и срок службы запорной арматуры. Ранее запорная арматура выпускалась с бабитовым уплотнением в клапане, срок службы и ремонтпригодность такой запорной арматуры были намного выше.

Из приведенных примеров видно, что промышленность еще недорабатывает в области повышения надежности машин и механизмов холодильной техники.

Что же касается белорусской промышленности, то она практи-

чески ничего не выпускает для стационарных холодильных установок, за исключением Городокского ремонтно-механического завода (Витебская область), продукция которого – воздухоохладители – далеко не лучшего качества.

Вторым этапом повышения надежности является проект установки.

При проектировании холодильной установки необходимо строго соблюдать правила, позволяющие надежно и безопасно эксплуатировать установку.

К третьему этапу можно отнести качество монтажа и наладку оборудования.

В процессе выполнения этих работ необходимо следить за правильной установкой и креплением оборудования на фундамент: соблюдением ведения तकелажных работ.

И последний, четвертый этап повышения надежности – это эксплуатация. На данном этапе важными факторами являются: соблюдение правил техники безопасности; грамотность, обученность обслуживающего персонала; оснащенность установки штатными контрольно-измерительными приборами и защитной автоматикой; использование качественных смазочных материалов; качество и своевременность ремонта; культура производства.

Белорусское общество инженеров-механиков (ОО «БОИМ») приглашает принять участие в семинаре «НЕИСПРАВНОСТИ В РАБОТЕ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК, ТРУБОПРОВОДОВ ПАРА И ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ, ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И УСТРАНЕНИЕ», который состоится 24 мая 2000 г. в актовом зале «МИНСКЭНЕРГО» (г. Минск, ул. Оранская, 24.

Транспорт: автобус № 8, 43, 79, троллейбус № 3, 16 до ост. «КБТМ»).

В программе семинара:

1. Пути повышения срока службы котельных установок и трубопроводных систем.
2. Методы выявления дефектов в системах котельных установок и трубопроводов.
3. Неисправности, вызываемые нарушениями

- ями технологии изготовления оборудования, сборочных и монтажных работ.
4. Технологические приемы и материалы, применяемые при производстве ремонтных и восстановительных работ.

Доклады и консультации проводятся высококвалифицированными специалистами. Участникам семинара выдается комплект литературы и обеспечивается сервисное обслуживание.

Регистрация участников с 9⁰⁰. Начало работы в 10³⁰. Справки по тел./ф. 226-73-36 в Минске.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ СОСУДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ



*В.Л. КОЛПАЩИКОВ,
зав. сектором к.ф.м.н.*

*О.Н. ЗАХАРЕНКО,
научный сотрудник*



*АНК «Институт
тепло- и массообмена
им. А.В. Лыкова»
Национальной Академии
наук Беларуси*

Современная энергетика несет значительный ущерб от снижения надежности работы и ресурса теплоэнергетического оборудования из-за коррозионного разрушения поверхностей конструктивных материалов.

Коррозионное воздействие рабочей среды на пароводяные тракты оборудования приводит не только к снижению его надежности и экономичности, нарушению графиков отпуска тепловой и электрической энергии, но и является в некоторых случаях причиной серьезных аварий.

Внутрикотловая коррозия обусловлена рядом взаимосвязанных факторов, таких как качество воды, высокая тепловая нагрузка, гидродинамические характеристики среды, в частности, ее низкая массовая скорость и высокое паросодержание, наличие отложений на теплопередающих поверхностях, свойства металла. Коррозия наиболее часто поражает теплонапряженные участки труб, причем для ее возникновения необходимы два условия: механизм концентрирования и коррозионная агрессивность концентрированной котловой воды.

Проблему внутренней коррозии необходимо рассматривать во взаимосвязи с процессами накипеобразования. Во-первых, отложения вызывают повышение температуры металла стенки, что приводит к усилению внутренней кор-

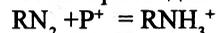
розии. Во-вторых, наличие пористых отложений, подавляющих диффузию от стенки к потоку среды может приводить к концентрированию примесей котловой воды, вызывая повреждение защитной оксидной пленки и коррозионное поражение металла. В-третьих, наличие пористых, с низкой теплопроводностью отложений, способствует переходу на нестабильный пленочный режим кипения, появлению значительных температурных колебаний [1].

Предупреждение внутрикотловой коррозии и образования накипи достигается правильной организацией водно-химического режима.

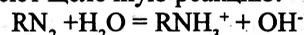
Предлагается для предотвращения накипеобразования и ингибирования коррозии котельных агрегатов использовать хеламины.

Хеламин представляет собой водную эмульсию полиаминов общей формулы $R[NH(CH_2)_{3x}NH_2]$, где $R=C_{12} \dots C_{20}$, $x=1 \dots 7$; имеет щелочную среду ($pH = 12,1$). При разбавлении водой его pH снижается и составляет 9,3; 8,3; 6,8 для 5; 0,25; 0,003%-х растворов соответственно. Щелочная реакция характерна для свободных аминов, обладающих основными свойствами. Эти свойства обусловлены присутствием в молекуле неподеленной пары электронов, которая занимает sp^3 -гибридную орбиталь и довольно сильно выступает из пирамидальной молекулы амина. В результате амины, являясь типичными основаниями Льюиса,

способны присоединять протон:



Свободные амины всегда имеют щелочную реакцию:



Исследуемый объект - хеламин - относится к веществам, обладающим высокой поверхностной активностью на границе раздела жидкость - газ. Молекулы этого вещества способны адсорбироваться на указанной межфазной границе, при этом снижается поверхностное натяжение до ≈ 30 мДж/моль [2].

Установлено, что хеламин представлен смесью ПАВ с разной поверхностной активностью. На первой стадии идет адсорбция более поверхностно-активного вещества, затем - менее активного. Таким образом, исследование коллоидно-химических свойств хеламина показало, что он относится к хорошо диссоциирующим соединениям с высокой поверхностной активностью на границе раствор - воздух. Предельная адсорбция хеламина на указанной поверхности составляет $3,6 \cdot 10^{-9}$ кмоль/м², а площадь на молекулу в насыщенном адсорбционном слое - $46,1 \cdot 10^{-20}$ м². Следовательно хеламин закрепляется на поверхности жидкость - газ или твердое - жидкость группой NH_2 или NH_3^+ .

Свободная поверхностная энергия твердых, в частности металлических поверхностей мно-

го превышает поверхностное натяжение воды. Поэтому хеламина, склонный к комплексообразованию с металлами, будет стремиться к снижению поверхностного натяжения металлических поверхностей, адсорбируясь на них.

Изучение влияния хеламина на состояние водно-химического режима и энергетического оборудования проводилось на Лидской ТЭЦ, Гомельской ТЭЦ-2, Минской ТЭЦ-2 и Барановичской ТЭЦ.

В результате исследований установлено, что ввод хеламина в парожидкостный поток оказывает положительное влияние на гидродинамические характеристики потока, т.к. снижается поверхно-

стное натяжение жидкости, уменьшается модалный размер капель, степень неравномерности влажного пара и рассогласование скоростей фаз, и как следствие, замедляются эрозионно – коррозионные процессы, что ведет к повышению надежности и экономичности работы оборудования [3]. Способность хеламина создавать на поверхности теплообмена гидрофобную пленку вызывает переход от пленочной конденсации к капельной. Одновременно происходит уменьшение отрывного диаметра паровых пузырей, увеличение частоты их отрыва и, как следствие, увеличение их общего количества. Это приводит к интенсивной турбулизации

теплового пристенного слоя и росту теплоотдачи [4].

Установлено, что применение хеламина в процессах консервации котельного оборудования является высокоэффективным способом защиты от стояночной коррозии, причем защитная пленка, создаваемая этим препаратом на теплообменных поверхностях способна сохраняться длительное время после слива консерванта.

Таким образом, проведенные экспериментальные и опытно-промышленные исследования позволяют сделать вывод о перспективности использования хеламина для повышения надежности работы и ресурса теплоэнергетического оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайман А.Б. Предупреждение коррозии барабанных котлов высокого давления. М.: Энергоатомиздат, 1985. 232 с.

2. Дихтневская Л.В., Захаренко О.Н., Колпацников В.Л. Физико-химические свойства стабилизаторов жесткости воды. //

Тепло-массообмен - 98/99. Минск. АНК «ИТМО им. А.В. Лыкова», 1999. С. 93-100.

3. Разработать методику системного анализа технологических режимов работы энергетического оборудования и контуров охлаждения ТЭЦ с опытно-промышленным внедрением препаратов группы "кублен" и "хеламина".

Тема № 8. Этап 8.02.01. Государственная научно-техническая программа "Энергетика" (Отчет о НИР). АНК ИТМО НАНБ. Рук. О.Г. Мартыненко, Минск, 1998. 34 с.

4. Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. Водные режимы тепловых и атомных станций. М. Высш. школа, 1987. 319 с.

О РАЗВИТИИ ОТРАСЛЕВОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Машиностроительный комплекс является ведущей отраслью экономики Беларуси и служит одним из основных источников национального дохода, в том числе валютных поступлений.

Над повышением конкурентоспособности продукции машиностроения постоянно ведется работа ученых в рамках выполнения, прежде всего Государственных научно-технических программ (ГНТП). Одной из таких программ является ГНТП «Белавтотракторостроение», которая по заказу Министерства промышленности Беларуси успешно функционирует под научным руководством Научного

А.В. ВАВИЛОВ,
доктор технических наук,
профессор, БГПА

центра проблем механики машин НАН Беларуси. На крупных машиностроительных заводах республики (МАЗ, МТЗ, МЗКТ, БелАЗ, МоАЗ и др.) создан и внедряется ряд новых моделей магистральных автопоездов, автобусов, тракторов и т.д.

В то же время в республике существует так называемое отраслевое машиностроение, включающее в себя многочисленные, как правило, небольшие заводы, находящиеся в подчинении не машиностроительных отраслей и производящие для них необходимые технические средства. Это заводы Министерства архитекту-

ры и строительства, Комитета по автомобильным дорогам при Министерстве транспорта и коммуникаций, концерна «Белмелиоводхоз» и т.д.

На этих предприятиях создана большая гамма мелкотиражных технических средств с низким процентом унификации, в лучшем случае унифицированных в рамках конкретной отрасли. Неизбежная по этой причине дороговизна, невысокое качество и слабая надежность машин сделали их неконкурентоспособными. Ряд отечественных машин, приобретенных предприятиями для выполнения технологических процессов, не используется по причине слабой их доводки до требуемого уровня из-за отсутствия надлежащей системы испытаний.

Парк же технологических машин Беларуси, ориентированный на возможности СССР, к настоящему времени физически и морально устарел. Моральное старение имеющихся машин вызвано внедрением в производство новых технологий, требующих соответственно новых технических средств. Такие средства стали закупать преимущественно за рубежом из-за указанных выше причин, нанося значительный ущерб отечественным машиностроителям. Зарубежная техника хотя и позволяет выполнять требуемые объемы работ, но очень часто требует серьезной адаптации под наши технологии.

Как же исправить дело и сделать наши технологические машины конкурентоспособными? Кафедра «Строительные и дорожные машины» БГПА видит выход в сложившейся ситуации, прежде всего в необходимости создания системы машин для обеспечения комплексной механизации, адаптированной под перспективные технологии и материалы.

При создании системы технологических машин, в основу которой закладываются технологические комплексы, рекомендуемые для выполнения операций в конкретных отраслях, целесообразней ее (эту систему) создавать на межотраслевом уровне. Тогда будет ясно, что в каждой отрасли может работать высокий процент унифицированных узлов и агрегатов типа двигателей, гидромеханических передач, мостов, колесных машин, гидравлики, систем управления.

Отличаться унифицированные машины будут чаще конструкцией рабочего органа, на изготовление которого идет, как правило, незначительная часть материала. Уже сегодня при создании мобильных технологических машин надо начинать работу по адаптации отече-

ственных шасси к шлейфу имеющегося сменного рабочего оборудования, то есть создавать машины многофункциональными. Тогда базовые шасси, унифицированные узлы и агрегаты будут использоваться без простоев круглогодично.

Такой подход к созданию технологических машин (из унифицированных агрегатов) даст возможность малосерийные машины для конкретной отрасли собирать по так называемой «отверточной технологии» из узлов и агрегатов, выпускаемых большими сериями на агрегатных заводах.

В итоге сократятся сроки и затраты на разработку, изготовление и проведение ремонтов машин, улучшатся эксплуатационные показатели.

Таким образом, в разрабатываемой системе машин будут числиться не только наименования новых машин, но и структура их построения, обеспечивающая высокий процент унификации, а также основные параметры машины. Далее по каждой позиции необходимо решать: создавать необходимую технику в республике или закупать ее за рубежом. Исходить следует из рыночных цен, потребности Беларуси в таких машинах, а также затрат на конструирование, возможности наших заводов освоить их серийный выпуск и обеспечить существенную прибыль. Те машины, которые целесообразно выпускать в республике, необходимо создавать в рамках ГНТП (например, «Технологические машины»).

Рекомендуемую к разработке программу целесообразно формировать по отраслевому признаку, например, «Дорожные машины и оборудование», «Строительные машины и оборудование», «Мелиоративные машины», «Коммунальные машины» и т.д. В программу должны войти технические средства, наименование которых и основные параметры вычислены в системе машин впервые, и

те машины, которые ранее созданы в республике, но требуется их серьезная модернизация.

Так как в предлагаемой ГНТП будет много заказчиков и потребителей, целесообразно определить главного заказчика, способного сформулировать технические требования к создаваемым машинам, решить проблемы унификации на межотраслевом уровне, организовать сборку машин по «отверточной технологии», требуемую систему испытаний машин, обеспечить сервисное обслуживание и т.д. Таким главным заказчиком может быть, например, Комитет отраслевого машиностроения при Министерстве промышленности, который необходимо создать.

Создать необходимо и научный Центр, который бы взял на себя научное сопровождение всех поднятых вопросов. Центр, прежде всего, должен скоординировать фундаментальную, отраслевую и вузовскую науку, направленную на создание современных технологий материалов и технических средств. В научном Центре должна создаваться упомянутая выше система машин, формироваться ГНТП. Активную работу по формированию технических требований к создаваемым машинам должен также вести Центр, например, через выставочный комплекс машин, где будет осуществляться работа с потенциальными заказчиками, а также будут проводиться маркетинговые исследования. Отраслевым заводам при таком подходе целесообразно иметь двойное подчинение: Комитету отраслевого машиностроения и отрасли, для которой выпускаются технические средства.

Реализация предложенных мероприятий позволит производить конкурентоспособные технологические машины и существенно пополнять валютные поступления в республику.

Для тех, кто не успел подписаться на

ИНЖЕНЕР-МЕХАНИК

Журнал «Инженер-механик» — компас научно-технического прогресса: научные разработки, инженерные решения, эффективность, качество, безопасность.

Подписной индекс 00139.

ВНИМАНИЕ! ЕСЛИ ВЫ ХОТИТЕ ПОЛУЧИТЬ ЖУРНАЛ С ПЕРВОГО НОМЕРА 2000 ГОДА, ПОЖАЛУЙСТА, ПОЗВОНИТЕ ПО ТЕЛ. (017) 226-73-36 И ПОПРОСИТЕ ВЫСЛАТЬ ВАМ СЧЕТ-ФАКТУРУ ПО ФАКСУ.

Издания 00 «БОИМ»

220050, г. Минск, ул. Комсомольская, 11-4В
тел./факс 017-226 73 36

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. ПУБЭМ 0.00.1.08-96.

2. Лицензирование видов деятельности, связанных с объектами повышенной опасности (в вопросах и ответах).

3. В помощь персоналу, обслуживающему котельные установки (в вопросах и ответах).

4. В помощь персоналу, обслуживающему сосуды, работающие под давлением (в вопросах и ответах).

5. В помощь персоналу, обслуживающему трубопроводы пара и горячей воды (в вопросах и ответах).

6. Грузоподъемные краны. Расширение возможностей их применения.

7. В помощь персоналу, обслуживающему компрессорные установки (в вопросах и ответах).

8. Неисправности в работе котельных установок, трубопроводов пара и горячей воды и их предупреждение и устранение (в вопросах и ответах). В печати.

9. В помощь персоналу, обслуживающему КИП, арматуру системы регулирования оборудования повышенной опасности. В печати.

10. Журнал «Инженер-механик».

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В СЕМИНАРЕ

«Технологии порошковой металлургии и нанесения и защитных покрытий», который состоится 25 мая 2000 г. в актовом зале НИИ порошковой металлургии (г. Минск, ул. Платонова, 41).
Транспорт: трамвай №1,37, автобус 37 до остановки «улица Платонова».

В программе семинара доклады и консультации работников НИИ ПМ с ОП:

1. Порошковые подшипники скольжения и другие антифрикционные изделия.

2. Фрикционные диски и накладки для автомобилей и тракторов.

3. Магнитные материалы в двигателях постоянного тока и измерительных приборах.

4. Ферриты в радиоэлектронной технике.

5. Сверхтвердые материалы и инструменты для обработки гранита, мрамора, железобетона, стекла, керамики и полупроводников.

6. Восстановление деталей машин методами газопламенного и плазменного нанесения покрытий.

И другие.

Участникам семинара выдается комплект литературы и обеспечивается сервисное обслуживание.

Регистрация участников с 8⁰⁰. Начало работы в 9³⁰.

Справки по тел./ф. в Минске 226-73-36, тел. 239-98-46 (С.О. Субботина).

ИНЖЕНЕР-МЕХАНИК

Компьютерный набор Наталии ПАВЛОВИЧ, верстка и дизайн Елены ЖУЧКЕВИЧ.

Технический редактор Тамара ШУТКО, корректоры Тамара ШУТКО и Павел КОЗЛОВ.

Журнал выходит на русском и белорусском языках, в зависимости от языка авторских оригиналов. Мнение авторов публикуемых материалов может не совпадать с мнением редакции. Заказчики несут ответственность за содержание своих объявлений и рекламы.

Наш адрес: 220141, г. Минск, ул. Жодинская, 4. Тел. 264-43-85, 264-60-10, 226-73-36.

Лицензия ЛП № 245 от 9.03.98 г. Подписано к печати 20.04.2000г.

Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печатных листов 5.

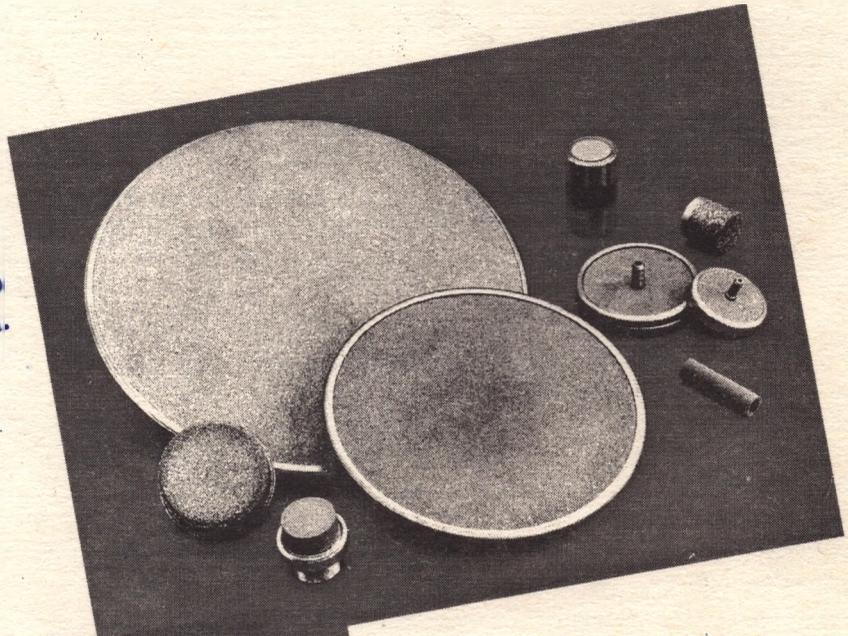
Тираж 600 экз. Заказ № 20

Отпечатано с готовых негативов заказчика в Физико-техническом институте

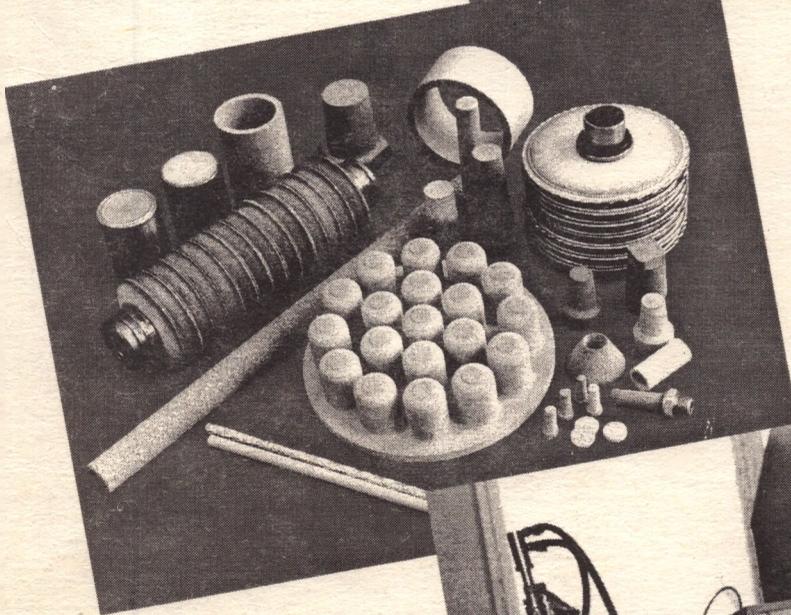
Национальной Академии наук Беларуси. Цена номера договорная.

К юбилею Белорусского научно-исследовательского института порошковой металлургии

Аэраторы
пневматические
из титанового
порошка.



Пористые
элементы
из бронзы
и титана.



Установка
с системой
сепарации
плазменного
потока.

