

ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕЛОРУССКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Кандидаты техн. наук, доценты ИВАНИЦКИЙ Н. И., ПУЧКОВ Э. П.

Белорусский национальный технологический университет

История кафедры «Материаловедение в машиностроении» БНТУ насчитывает свыше 40 лет, и ее по праву можно назвать историей белорусской школы металловедов. Активную организационную работу по созданию кафедры приводил профессор Л. С. Ляхович. Кафедра выпустила более 2000 инженеров-металло- и материаловедов, 135 кандидатов и 17 докторов наук. Многие выпускники пополнили кадровый состав кафедры и проблемной лаборатории упрочнения стальных изделий (ПЛУСИ). Сотрудниками кафедры опубликовано 19 монографий, более 700 научных статей, получено около 400 авторских свидетельств и патентов, 8 медалей ВДНХ СССР. Достижения кафедры обусловлены высокой квалификацией, огромным научным потенциалом ее сотрудников и многолетним опытом практических исследований.

Одним из основателей научной школы белорусских металловедов был заведующий кафедрой дважды лауреат премии имени Н. А. Минкевича, профессор, доктор технических наук Леонид Григорьевич Ворошнин, безвременно ушедший из жизни в июне 2006 г. Его работы, в том числе 17 монографий и первый в Беларуси учебник «Теория и технология химико-термической обработки», посвящены проблемам химико-термической обработки металлов и сплавов. Им получено более 160 авторских свидетельств и патентов.

Кандидатская диссертация Л. Г. Ворошнина, посвященная исследованию электролизного борирования стали (1965), положила начало большому циклу исследований, которые принесли кафедре известность не только в бывшем Советском Союзе, но и за рубежом. На кафедре разработана детальная методология исследования процессов химико-термической обработки (ХТО). Уже к началу 1970-х гг. кафедра стала авторитетным научно-исследовательским цен-

тром Советского Союза в области ХТО. На базе кафедры проводились всесоюзные научные конференции по ХТО металлов и сплавов. В 1974 г. Л. Г. Ворошнин защитил докторскую диссертацию и продолжил активную исследовательскую работу. Его вклад в становление и развитие научной школы химико-термической обработки невозможно переоценить. Под руководством и при личном участии Л. Г. Ворошнина разработано более 100 новых диффузионных покрытий как многоцелевого, так и специального назначения (жаро-, износостойких, антикоррозионных, кавитационностойких и т. д.). Сотрудники кафедры и их ученики проводили активное исследование металлотермических насыщающих сред и разработку промышленных технологий ХТО на их основе (в том числе и внепечным методом).

Борирование является одним из самых эффективных методов повышения износостойкости деталей машин, инструмента и технологической оснастки, обеспечивающих высокую работоспособность изделий в самых разных условиях. Бориды железа, образующиеся в диффузионном слое, наряду с высокой твердостью обладают повышенной коррозионной стойкостью, жаро- и теплостойкостью. Изучением процесса борирования занимались ученые Э. Д. Щербаков, Г. Г. Панич, Э. П. Пучков, В. В. Миронович, Г. В. Борисенок, Б. С. Кухарев, Г. В. Стасевич, Н. А. Галынская, В. А. Стефанович, М. В. Ситкевич и др. Л. Г. Ворошнин на протяжении многих лет продолжал исследовать закономерности насыщения бором разных материалов. Результаты этого труда нашли отражение в монографиях, написанных им лично и в сотрудничестве с Л. С. Ляховичем, В. Ф. Лабунцом, М. В. Киндрачуком и А. А. Алиевым: «Борирование стали» (1967; 1978); «Борирование промышленных сталей и чугунов» (1981);

«Износостойкие боридные покрытия» (1989); «Борирование из паст» (2006).

Силицидные диффузионные слои на железе, стали, цветных и тугоплавких металлах, а также их сплавах позволяют значительно повысить коррозионную стойкость, жаро- и износостойкость, твердость. Процесс силицирования детально исследован Л. С. Ляховичем, Л. Г. Ворошниним, Э. Д. Щербаковым, Г. Г. Паничем и подробно изложен в монографии «Силицирование металлов и сплавов» (1972).

Многие ученики Л. Г. Ворошниина занимались разработкой износостойких покрытий (Е. А. Куликовский, Ф. И. Пантелеенко, Ю. Н. Громов, М. У. Ахмедпашаев, А. Ю. Хаппалаев, Асадула Шариф, С. Д. Башлак, С. В. Побережный, С. Е. Ващев, В. А. Шилкин, В. А. Качалов, Ю. В. Соколов, В. М. Константинов, Н. И. Ивацкий, О. Л. Менделеева и др.). Некоторые результаты исследований отражены в монографиях «Химико-термическая обработка твердых сплавов» (написана в сотрудничестве с Ю. Н. Громовым, Г. В. Борисенком, В. Н. Лебедевым; 1989), «Износостойкие боридные покрытия» (1969), «Многокомпонентные карбидные покрытия на железоуглеродистых сплавах» (написана совместно с Б. Б. Хиной, эксперимент выполнен С. Д. Башлаком и А. А. Шматовым под руководством Л. Г. Ворошниина; в печати).

Износостойкие диффузионные слои на основе бора, азота, углерода и хрома на протяжении многих лет исследовали и создавали сотрудники кафедры ПЛУСИ, в том числе профессор М. В. Ситкевич и В. А. Стефанович (в соавторстве с Е. И. Бельским и Е. И. Понкратиним «Химико-термическая обработка инструментальных материалов»; 1986), Б. С. Кухарев и Э. Д. Щербаков. Профессор Ю. В. Соколов детально исследовал формирование поверхностного слоя пресс-форм, получаемых методом плазменного напыления (докторская диссертационная работа; 2005).

Актуальной проблеме защиты от кавитации посвящены диссертационная работа Е. А. Куликовского (1975) и монография, написанная в соавторстве с членом-корреспондентом РАН, профессором М. М. Абачараевым и профессором Б. М. Хусидом «Кавитационностойкие покрытия на железоуглеродистых сплавах» (1986).

Разработкой антикоррозионных диффузионных слоев и покрытий независимо и под руководством Л. Г. Ворошниина занимались Н. Г. Кухарева, Г. В. Борисенок, В. Г. Борисов, Б. С. Кухарев, Г. В. Стасевич, С. А. Тамело, Ю. Г. Борисов, Ю. С. Шолпан, О. Л. Менделе-

ева и др. Разработаны и внедрены в производство технологии получения антикоррозионных покрытий на железоуглеродистых сплавах, легированных сталях и тугоплавких металлах. В монографиях, написанных Л. Г. Ворошниним, «Антикоррозионные диффузионные покрытия» (1981) и в соавторстве с Ю. С. Шолпаном, С. А. Тамело, В. А. Шавгой «Защита от коррозии оборудования предприятий агропромышленного комплекса» (1992), отражена лишь часть информации об антикоррозионных покрытиях.

Особо следует подчеркнуть вклад профессора Л. Г. Ворошниина в разработку теории и технологии получения гаммы многокомпонентных диффузионных слоев на основе металлоподобных соединений: боридов, карбидов, силицидов и т. д. Исследованию закономерностей многокомпонентного насыщения посвящены диссертационные работы его учеников Е. А. Куликовского, Н. И. Ивацкого, Ф. И. Пантелеенко, Ю. Н. Громова, А. Ю. Хаппалаева, А. А. Шматова, С. А. Тамело, С. Д. Башлака, С. В. Побережного, С. Е. Ващева, В. А. Шилкина, Л. И. Фраймана, Н. А. Витязя, Ю. С. Шолпана, Ю. Г. Борисова, В. В. Мироновича, Е. М. Блох, А. С. Стеценко, В. В. Гояна, С. Н. Любецкого, Д. Н. Минченко, В. М. Константинова и др. Многокомпонентное насыщение позволяет создать диффузионные слои, которые по своим эксплуатационным свойствам существенно превосходят традиционные многокомпонентные аналоги. В. Г. Борисов разработал эффективные жаростойкие диффузионные слои на основе хрома, алюминия и кремния. Над проблемой создания многокомпонентных карбидных диффузионных слоев работает С. В. Борисов.

Широко известны написанные учеными кафедры монография «Многокомпонентные диффузионные покрытия» (Л. С. Ляхович, Л. Г. Ворошнин, Г. Г. Панич, Э. Д. Щербаков; 1974) и справочник «Химико-термическая обработка металлов и сплавов» (под редакцией Л. С. Ляховича; 1981; переиздан на японском языке; 1985), которые являются общепризнанными классическими книгами по химико-термической обработке.

Спектр научных интересов Леонида Григорьевича Ворошниина и его учеников весьма широк. Он занимался созданием новых сплавов (в их числе броневая сталь для башен самоходных спаренных ракетных установок), теорией и практикой их объемного и поверхностного упрочнения, в том числе и ХТО композиционных

материалов. Монография «Химико-термическая обработка металлокерамических материалов» (1977) написана Л. Г. Ворошниним, Л. С. Ляховичем, Ф. Г. Ловшенко и Г. Ф. Протасевичем.

Особое внимание Л. Г. Ворошнин уделял изучению и математическому моделированию процессов массопереноса при ХТО и структурообразования диффузионных слоев. Широко известны его работы, написанные в соавторстве с профессорами Б. М. Хусидом и Б. Б. Хиной: «Диффузионный массоперенос в многокомпонентных системах» (1979), «Многокомпонентная диффузия в гетерогенных сплавах» (1984).

Для оптимизации технологии ХТО (а именно корреляции структуры получаемых диффузионных слоев и их свойств в зависимости от условий ХТО, химического состава насыщаемого материала, состава насыщающей смеси) Л. Г. Ворошнин и его ученики использовали научное планирование – «активный» эксперимент (метод симплекс-планов).

Л. Г. Ворошнин развивал и совершенно новое направление – ХТО микрообъектов. В этой области сегодня работают его ученики профессор Г. А. Галин и Л. А. Антошина (технология гидротермальной обработки цинкового порошка), а также член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, профессор Ф. И. Пантелеенко и В. М. Константинов (технология многокомпонентного насыщения самофлюсующегося порошка для газотермических покрытий). Ф. И. Пантелеенко, В. М. Константинов, В. А. Стефанович, А. В. Стефанович успешно создают технологию промышленного получения наплавочных материалов из стружечных отходов методом ХТО.

Благодаря огромной работоспособности, упорству, умению аналитически мыслить, научному предвидению и, конечно же, таланту Л. Г. Ворошнин стал крупным ученым. С его именем связано становление школы исследователей, работающих над проблемами термической и химико-термической обработки. Под руководством профессора Л. Г. Ворошнина успешно защитили диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук 65 аспирантов из Беларуси, России, Молдовы, Украины, Дагестана, Кубы, Сирии, Ирана, Словакии, США, Израиля и других стран, а также подготовлены и защищены две докторские диссертационные работы. Своим ученикам и по-

следователям Л. Г. Ворошнин завещал интересные научные идеи. В нашей памяти Леонид Григорьевич останется преданным своему делу ученым, талантливым педагогом, добрым, порядочным и обаятельным человеком.

В настоящее время научная школа профессора Л. Г. Ворошнина успешно работает по пяти основным направлениям:

1. Исследование и математическое описание закономерностей массопереноса в многокомпонентных системах и особенностей структурообразования при ХТО. Математическое моделирование процессов ХТО. Разработка новых процессов химико-термической обработки (одно- и многокомпонентного насыщения различных металлических материалов, в том числе и композиционных).

2. Разработка и совершенствование методов объемного и поверхностного упрочнения деталей, инструмента и технологической оснастки. Разработка современных промышленных технологий термической, химико-термической обработки.

3. Разработка защитных покрытий многоцелевого назначения, промышленных технологий получения жаростойких, антикоррозионных, кавитационностойких, износостойких и специальных (радиационностойких) покрытий.

4. Создание новых конструкционных и инструментальных материалов, композиционных материалов методами ХТО. Разработка систем легирования.

5. Исследование процессов химико-термической обработки микрообъектов. Разработка насыщающих порошковых смесей методом металлотермии, промышленных технологий ХТО микрообъектов с заданным распределением химического состава и структуры, оборудования и технологической оснастки для ХТО микрообъектов.

Исследования в области химико-термической обработки, проводимые кафедрой «Материаловедение в машиностроении» БНТУ, позволят внедрить в Республике Беларусь инновационные технологии повышения прочности, надежности, долговечности машин и механизмов, при разработке которых особое внимание уделяется экономии материалов, энергоносителей, а также экологической безопасности.

Поступила 5.05.2007