

ПРЕМИЯ ИМЕНИ АКАДЕМИКА В.А. КОПТЮГА

Редколлегия журнала поздравляет сотрудников Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси академика НАН Беларуси С.А. Жданка, профессора Н.А. Фомина и члена-корреспондента НАН Беларуси О.Г. Пенязькова с награждением их премией им. академика В.А. Коптюга 2009 г. за цикл совместных работ “Физико-математическое описание воспламенения и горения в гомогенных, гетерогенных и пористых средах: теория, эксперимент, диагностика”.

Премия имени выдающегося ученого, академика Валентина Афанасьевича Коптюга, вице-президента Российской академии наук, председателя Сибирского отделения РАН, иностранного члена Национальной академии наук Беларуси, учреждена с целью поощрения исследователей Республики Беларусь и Российской Федерации за достижение выдающихся результатов при выполнении совместных научных исследований в рамках межгосударственных программ, а также за совместные научные труды, научные открытия и изобретения, имеющие важное значение для науки и практики. Премия от имени Национальной академии наук Беларуси и Сибирского отделения РАН присуждается ежегодно, начиная с 1999 г.

АКАДЕМИК ВАЛЕНТИН АФАНАСЬЕВИЧ КОПТЮГ (09.06.1931 – 10.01.1997)



Выдающийся ученый-химик, организатор науки и образования, видный общественный и политический деятель.

Он был научным сотрудником, впоследствии директором Новосибирского института органической химии, ректором Новосибирского государственного университета и 17 лет — председателем Сибирского отделения АН СССР (позднее РАН) и вице-президентом РАН.

В.А. Коптюг был вице-президентом, затем президентом Международного союза по теоретической и прикладной химии, вице-президентом Научного комитета по проблемам окружающей среды Международного совета научных союзов, членом Консультативного совета высокого уровня по устойчивому развитию при Генеральном секретаре ООН.

Иностранный член академий наук Болгарии, Индии, Монголии, Чехословакии, Белоруссии.

Лауреат Ленинской премии, международной премии им. А.П. Карпинского, Герой Социалистического Труда, кавалер многих орденов, почетный гражданин города Новосибирска.

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕНАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ
НАВУК БЕЛАРУСІ

ДИПЛОМ

ПРЕМИЯ ИМЕНИ АКАДЕМИКА В.А. КОПТЮГА

Удостоены: *Филин Василий Михайлович, академик, директор Учреждения Российской академии наук Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения РАН, Федоров Александр Владимирович, д.ф.-м.н., заведующий лабораторией того же Института, Бойко Виктор Михайлович, д.ф.-м.н., заведующий лабораторией того же Института, Жаркова Галина Михайловна, д.т.н., главный научный сотрудник того же Института, Жданок Сергей Александрович, академик, директор Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, Филип Никита Александрович, д.ф. м.н., заведующий сектором того же Института, Пенязков Олег Глебович, д.ф.-м.н., заведующий отделением того же Института - за цикл совместных работ «Физико-математическое описание воспламенения и горения в газопенных, гетерогенных и пористых средах: теория, эксперимент, диагностика»*

Председатель Сибирского
отделения РАН

А.Л. Асеев

Председатель Национальной
академии наук Беларуси

М. В. Мясникович

9 июня 2009 г.

ИОФФЕ Ж.И. АЛФЕРОВ

Елена Телятко

(по материалам интернет ресурсов)

Вся Беларусь с гордостью узнала, что лауреат Нобелевской премии директор Санкт-Петербургского физико-технического института имени Иоффе Ж.И.Алферов — наш земляк, родился в Витебске.

Но откуда такое странное сочетание иностранного имени Жорес с исконно славянскими отчеством Иванович и фамилией Алферов? Учительница из Чашников Ирина Торбина разыскала корни семьи Алферовых в самой глубинке Витебской области. Оказывается, в Чашниках родился и вырос отец ученого — Иван Карпович Алферов. Сохранился дом, где он жил. В райцентре и сейчас еще живут дальние родственники Алферовых.

Иван Карпович начинал свой трудовой путь на здешней бумажной фабрике. В 1912 году уехал в Петербург, а в 1917 — стал членом партии большевиков. Верность идеям коммунизма сохранил до конца своей жизни, поэтому и сыновьям дал имена пламенных революционеров: Маркс и Жорес. Причем имя Жорес отец произносил, ставя ударение на первом слоге. Первое имя, понятно, дано в честь К. Маркса, а Жорес — в честь Жана Жореса, основателя газеты «Юманите» и руководителя Французской социалистической партии.

В годы гражданской войны отец, И.К. Алферов, с оружием в руках защищал советскую власть. Сохранилась мемориальная плита на месте захоронения погибших в бою под Лепелем красноармейцев — боевых товарищей Ивана Карповича. Всякий раз, навещая родные места, он приходил поклониться этой могиле.

Старший брат, Маркс Иванович Алферов, пройдя Сталинград, Харьков, Корсунь-Шевченковскую битву, в 20 лет погиб в бою.

После войны семья жила в Минске. Иван Карпович прошел путь от красноармейца до директора завода, а затем главы целлюлозно-бумажного треста. Не раз в те трудные годы помогал землякам. Его хорошо помнят бывшие работники чашниковской бумажной фабрики «Красная звезда». Жорес закончил минскую СШ № 42 и уехал учиться в Ленинград. По словам ученого, он уже в 10 лет собрал свой первый детекторный приемник. Главную роль в такой ранней специализации будущего нобелевского лауреата сыграл преподаватель физики единственной в разрушенном послевоенном Минске русской мужской средней школы № 42 Яков Борисович Мельцерзон. Я, пораженный его рассказом о работе катодного осциллографа и принципах радиолокации, поехал учиться по его совету в Ленинград, в Электротехнический институт (ЛЭТИ), — вспоминает Жорес Алферов. — Радости моей не было границ, что моя счастливая жизнь в науке была predetermined этим решением. В письме родителям, жившим тогда в Минске, он писал о выпавшем ему огромном счастье работать в институте Абрама Федоровича Иоффе.

Став ученым с мировым именем, Жорес Иванович сохранил верность отцовским убеждениям: Ж.И. Алферов сегодня представляет фракцию КПрФ в Госдуме России.

Последнюю нобелевскую награду по физике в XX веке (а век уходящий недаром называют веком физики) поделили между собой трое ученых: два американца — Герберт Кремер и Джек Килби (причем один из них, Кремер, американец немецкого происхождения — тоже символично) и российский академик Жорес Алферов, выходец из Беларуси. Тут тебе и история, и геополитика, и просто политика. Все акценты уходящего века расставлены точно!

А в воскресенье весь мир видел торжественную церемонию вручения в Стокгольме Ж.И.Алферову Нобелевской премии. Вот несколько фраз, произнесенных нобелевским лауреатом: «Вручение премии очень важно для поддержки науки. Это не просто большая радость для меня. Мы — страна оптимистов, потому что пессимисты все уехали». А мы вот остались здесь и будем трудиться, чтобы страна наша не только выжила, но стала бы наконец нормально развиваться.

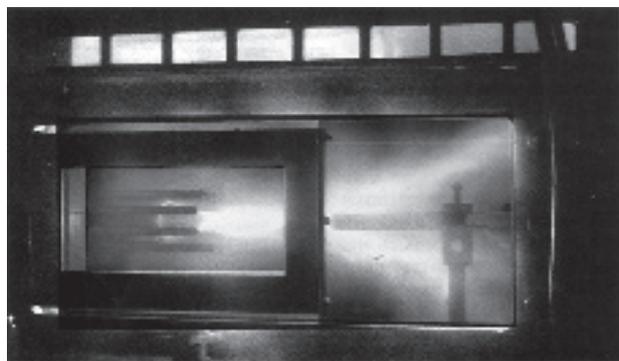


«ИНЖЕНЕРИЯ» ПОВЕРХНОСТИ И ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Академические и отраслевые научные организации нацеливают свои разработки на совершенствование технологий получения новых материалов для нанесения фрикционных, упрочняющих, коррозионно- и износостойких покрытий, что призвано совершенствовать ответственные узлы механизмов, экономить материальные и энергетические ресурсы.

ИОННОЕ АЗОТИРОВАНИЕ

Учеными Физико-технического института и Объединенного института машиностроения НАН Беларуси разработана и применяется на практике технология модифицирования поверхностей циркониевых сплавов, используемых в атомной энергетике и медицине. Его осуществляют посредством обработки этих поверхностей концентрированными потоками заряженных частиц. Поверхность сплавов подвергается ионно-лучевому азотированию, в результате чего можно достичь такого целенаправленного изменения микроструктуры поверхности сплава, которое приводит к увеличению его твердости и износостойкости. В частности, для определенных цирконий-ниобиевых сплавов низкотемпературное ($T = 670\text{--}770\text{ K}$) ионное азотирование ведет к увеличению микротвердости их поверхностных слоев до 3 тыс. МПа, повышению их износостойкости в 1,5 раза и к снижению коэффициента трения на 40 % по сравнению с не обработанными по данной технологии образцами. Минимальная изнашиваемость азотированных поверхностных слоев достигнута с применением режима их ионно-лучевой обработки при температуре 820 K. Для создания потока азотирующих поверхностные слои ионов авторами разработки применялось оригинальное оборудование. Контроль изменений микроструктуры сплавов осуществлялся на рентгеновском дифрактометре (А.В. Белый, А.Г. Кононов, В.А. Кукареко).



ТЕСТ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

В условиях эксплуатации тяжело нагруженных трибосопряжений в механизмах, работающих при ограниченной подаче в них смазки или при полном ее отсутствии, возникает много проблем, приводящих к резкому снижению ресурса работы их деталей. Выходом изданного положения может являться нанесение на трущиеся поверхности керамикоподобных покрытий и их модифицирование наноразмерными компонентами различной природы, например углеродными наномодификаторами. Среди них — фуллерены C_{60} . В Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси провели широкие исследования в этом направлении. Керамикоподобные покрытия (в данном случае Al_2O_3) создавались микродуговым окислением сплавов алюминия на сконструированной ранее лабораторной установке. «Наполнение» покрытий фуллереном C_{60} проводили пропиткой керамикоподобной матрицы Al_2O_3 раствором этого наполнителя в толуоле. Далее исследовались триботехнические свойства полученного материала в условиях его интенсивного трения по стальной поверхности. Структуру, топографию и элементный состав трущихся без смазки поверхностных слоев изучали с помощью современной аппаратуры — дифрактометра, конфокального оптического и сканирующего

электронного микроскопов, спектрального анализатора. Установлено, что керамикоподобное покрытие Al_2O_3 , содержащее фуллерен C_{60} , обладает в 1,4–1,9 раза большей износостойкостью по сравнению с исходным Al_2O_3 . При этом в его поверхностных слоях формируется специфическая «блочная» структура, что и обеспечивает повышение износостойкости. Полученные белорусскими учеными результаты нашли практическое применение для упрочнения вакуум-форм, используемых при изготовлении пластмассовых корпусов холодильников. Это обеспечило увеличение ресурса эксплуатации дорогостоящего заводского оборудования не менее чем в 5 раз (А.И. Комаров, В.И. Комарова, А.А. Шипко).

ГРАФИТЫ – «ГРЯЗИ» – ВАЛМАЗЫ – «КНЯЗИ»

Сегодня во многих областях техники хорошо зарекомендовали себя тонкопленочные покрытия на основе алмазо- и графитоподобных углеродных фаз, модифицированных различными металлическими (в частности, медными) добавками. Однако роль металла в улучшении многих физических характеристик таких покрытий долгое время оставалась в значительной степени неопределенной. До тех пор, пока за дело не взялись ученые и инженеры из научного инженерного центра «Плазмотег» Физико-технического института НАН Беларуси. Получаемые ими способом импульсного вакуумно-дугового осаждения тонкие (толщиной 0,01–0,50 мкм) углеродные пленки-покрытия с присутствующей в них алмазоподобной фракцией содержали от 2 до 6 ат. % меди. Методами просвечивающей электронной микроскопии, микроанализа, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и измерениями электропроводности авторами исследованы атомная и электронная структура, элементный и химический состав и другие параметры пленочных покрытий углерод–медь в зависимости от условий их осаждения. Было установлено, что в модифицированных пленках-покрытиях в «квазиаморфной углеродной матрице» формируются металлические нанокластеры, размеры и количество которых влияют на физические свойства получаемых тонких пленок. Наряду с увеличением их электропроводности повышается содержание в них алмазоподобного углерода. Авторы объяснили это тем, что благодаря наличию достаточного количества кислорода в таких покрытиях медь является катализатором процесса окисления углерода в графитоподобном виде, способствуя

при этом его переходу в алмазоподобное эр3-связанное состояние (В.В. Ломовой, Е.В. Станкевич, Е.А. Тявловская, Н.М. Белявский).

ДА ГОРИ ОНА СИНИМ ПЛАМЕНЕМ!..

Если бы древесина горела пламенем такого цвета, то это не было бы ее истинным горением, поскольку «натуральный» его цвет все же красновато-желтый. А вот ее защитные покрытия могут гореть синим цветом, принося себя в жертву ради спасения древесной основы. Недавно группа ученых из Института общей и неорганической химии НАН Беларуси начала разрабатывать химические составы антипиренов, представляющих практический интерес в качестве ингибиторов горения древесины. Лучшие из них, внедряемые в практику, созданы белорусскими исследователями с использованием водоорганических акриловых и винилацетатных дисперсий и добавления в их состав определенного количества наполнителей (микроталька или диоксида кремния) или поверхностно активных веществ неионогенного типа, а также красителей. Исследование огнезащитных свойств образцов древесины, обработанных такими антипиренами, показало, что потери ее массы при горении составляют всего лишь 3,5–7,5 %. А это, согласно ГОСТ 16363-98, позволяет отнести созданные составы-антипирены к первой группе огнезащитной эффективности. Как показали исследования авторов, защита от огня обусловлена не только уменьшением скорости и интенсивности разложения применяемых в антипиреновых составах полимеров и образованием при этом защитной оболочки на поверхности древесного материала, но и существенным уменьшением доли экзотермических реакций в суммарном тепловом эффекте разложения древесины (Н.К. Лулева, Л.И. Петровская).

ГИПЕРЗВУКОВАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ + + НИТРОЦЕМЕНТАЦИЯ = = ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

С целью значительной экономии энергетических и материальных ресурсов в машиностроении производят реставрацию и одновременное упрочнение различных деталей узлов трения — коленчатых валов, осей валиков, подшипников скольжения и др. При этом часто используются технологии, основанные на распылении стальных проволок как газопламенным методом, так и с помощью электродуговой или гиперзвуковой металлизации. К сожалению, и те, и другие способы имеют свои преимущества и недостатки. Ученые из Объединенного института машиностроения

НАН Беларуси и Белорусского государственного технического университета, проведя широкомасштабные исследования, показали, что именно применение метода гиперзвуковой металлизации в совокупности с нитроцементацией восстанавливающих покрытий может существенно повысить их износостойкость при сухом трении. Их твердость может достигать величины 10 ГПа. Авторы пришли к выводу о более целесообразном использовании их метода по сравнению с нанесением покрытий из самофлюсующихся сплавов (М.А. Белоцерковский, А.С. Прядко, В.М. Константинов, Г.А. Ткаченко).

ПЛАЗМЕННЫЙ ИМПУЛЬС СБЕРЕГАЕТ ЭНЕРГИЮ

Лазерная, электронно-лучевая, плазменная и другие виды обработки металлических изделий позволяют получать уникальные механические и иные физические свойства их поверхностей — повышенные твердость, сопротивляемость износу, усталостную прочность, сопротивление коррозии. Работающие в тесном сотрудничестве ученые из Центра трансфера энергоэффективных технологий (Гомель) и Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины (Киев) остановили свой выбор на обработке поверхности металлических изделий с привлечением импульсно-плазменных струй. С целью наиболее эффективного формирования мощных плазменных импульсов применялось горение специально подобранных газовых смесей в нестационарных детонационных режимах. Разработанная технология и изготовленное оборудование для импульсно-плазменного упрочнения обрабатываемого инструмента сегодня используется в производстве массовой металлургической продукции. Она позволяет обрабатывать только рабочие поверхности инструмента, не затрагивая при этом его остальные части. Это решает проблемы повышения его износостойкости без изменения структурного состояния материала всего изделия. Промышленное внедрение импульсно-плазменной технологии подтверждает ее эффективность. Работоспособность инструмента после такого упрочнения повышается в 2–4 раза (Ю.Н. Тюрин, О.Б. Колисниченко, А.В. Хребтов).

ПЛОДОТВОРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА

Творческое научно-техническое сотрудничество ученых из Института порошковой металлургии и Института физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси с производственниками из ОАО

«Завод Промбурвод» принесло ощутимые результаты. Ими оптимизированы технологические параметры импульсно-плазменной обработки газотермически нанесенных покрытий из плакированных никелем композиционных СВС-порошков на детали механизмов с трибосопряжением, эксплуатирующихся в экстремальных условиях при повышенных нагрузках и высоких температурах, при отсутствии смазки. Первоначально СВС-порошки при помощи плазмотрона газотермически напыляли на упрочняемую поверхность детали. Далее проводили обработку полученных покрытий импульсами плазменной струи, формируемой магнитоплазменным компрессором (плазмотрон и магнитоплазменный компрессор разработаны и изготовлены в Институте физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси на уровне лучших мировых стандартов). Для оценки результатов их импульсно-плазменной обработки в различных режимах авторы использовали современную аппаратуру. Измерения показали, что в результате проведения оптимизированной импульсно-плазменной обработки газотермически нанесенных покрытий снижается и стабилизируется их пористость, достигается достаточно равномерное распределение их структурных элементов, а также ряд других преимуществ по сравнению с применением для получения упрочненных и износостойких покрытий неплакированных никелем СВС-порошков (А.Ф. Ильющенко, А.И. Шевцов, В.А. Оковитый, В.А. Микуцкий, В.М. Асташинский, А.М. Кузьмицкий, А.С. Козорез).

СГИНЬ, ГРИБОК!

Известно, что от разрушительного действия микроорганизмов часто выходит из строя металлическое оборудование, постоянно соприкасающееся с водной средой. Это в первую очередь системы водоснабжения — трубопроводы, компрессорные установки, очистные сооружения и др. Их защита от биогенной коррозии на сей день по-прежнему является сложной технической задачей. Совместными усилиями ее попытались решить белорусские ученые из Института общей и неорганической химии и Объединенного института машиностроения НАН Беларуси, разработав биозащитные порошковые композиции на основе термопластичных полимеров. Сделать это было непросто. Беда в том, что практически все типы органических полимеров также подвержены разрушению под действием специфических бактерий и грибов. Поэтому для придания полимерным

композициям биоцидных свойств в них вводят специальные фунгицидные и антисептические реагенты. Учеными были созданы различные биозащитные порошковые композиции с использованием дисперсий низкоплавкого полиэтилен-те-рефталата, поливинилбутираля, поливинилхлорида и определенных биоцидных ингредиентов. Образцы этих композитов в виде таблеток и пленок подвергались детальному изучению на предмет выяснения их физико-механических, электрофизических, бактериостатических и бактерицидных свойств. Проведенные исследования позволяют рекомендовать разработанные составы в качестве защитного материала не только от биологической, но и химической коррозии. Оказались возможными и другие применения созданных полимерных композитов. Так, био-защитная порошковая композиция на основе низкоплавкого полиэтилентерефталата была использована авторами в виде покрытий на подшипниковых опорах металлообрабатывающих станков с целью поглощения шума и вибрации. Для напыления покрытий применялся созданный в ОИМ НАН Беларуси порошковый термораспылитель «TERCO-P». Оригинальная конструкция его распылительного узла, позволяющая плавно регулировать состав горючей смеси и форму факела, обеспечивает формирование защитных покрытий из полимерных порошков с размером частиц до 400 мкм и температурой плавления от 90 до 400 °С (В.И. Дубкова, Н.П. Крутько, В.Т. Комаревич,

Н.А. Белясова, М.А. Белоцерковский, А.В. Чекулаев).

ПОЛЬЗА ОТ СНЯТОЙ СТРУЖКИ

В Белорусском национальном техническом университете нашли применение стружечным отходам легированных инструментальных сталей, используя их для наплавки защитных покрытий на поверхность деталей машин и инструментов, что может являться эффективным методом повышения срока их эксплуатации. Стружечные отходы инструментальных сталей в условиях их химико-термической обработки подвергались насыщению углеродом, азотом и бором. Металлографический анализ обработанной таким способом стружки показал, что проникновение атомов углерода и азота происходит на всю ее толщину. В ее структуру входят карбидные, карбонитридные и нитридные включения размером 1–5 мкм, находящиеся в ее матрице, а на поверхности присутствуют боридные фазы. Сама наплавка стружечных отходов производилась авторами посредством электродуговой сварки с применением трубчатых электродов. Их испытания на абразивный износ показали, что они имеют в 1,48–1,70 раза большую износостойкость по сравнению с наплавленными покрытиями из широко применяемых в настоящее время электродов типа Т-590 и др. (А.В. Стефанович).

По материалам научных публикаций за 2009 г. подготовил Анатолий ПРИЩЕПОВ

МЕТОДЫ ЗОНДОВОГО АНАЛИЗА В МЕХАНИКЕ НАНОСТРУКТУР

С.А. Чижик

Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси

Введение

Разработка микро- и наномеханических систем (МЭМС и НЭМС), создание материаловедческих наноструктур требуют оценки локальных

механических свойств материалов в нанобъемах и тонких пленках. Поведение материалов в сверхмалых объемах (наноразмерные кластеры, нанопокрyтия, нонокомпозиты) существенно отличается от привычного поведения материалов

в макрообъемах. Так, например, прочностные характеристики углеродных нанотрубок почти на порядок превышают прочность стали при намного меньшей удельной плотности [1]. В связи с этим трудно переоценить роль экспериментальных методов нанодиагностики при оценке физико-механических свойств наноструктур.

Именно экспериментальные исследования и в первую очередь открытие метода сканирующей туннельной микроскопии (СТМ), позволившего «увидеть» расположение атомов, осуществлять манипуляции с ними, послужило толчком к развитию нанотехнологий. Контроль структуры и физических параметров, полученных наносборок, нанокomпозитов и наноразмерных изделий, нуждается в тонких методах исследований. Поскольку даже визуализировать объект в наномасштабе является чрезвычайно сложной задачей. Так, переход электроники на субмикронную элементную базу потребовал замену оптических методов контроля на электронную и зондовую микроскопию. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ) базируется на принципах механики контактного и внеконтактного взаимодействия микроострия с исследуемым объектом.

В задачах экспериментальной наномеханики находят применение как методы континуальной механики, так и модели молекулярной динамики, учитывающие дискретность строения материалов. Экспериментальные исследования подтверждают, например, работоспособность моделей континуальной механики на наноуровне, например при интерпретации данных наноиндентирования материалов.

В работе сделана попытка отобразить современный уровень развития экспериментальных методов наномеханики, базирующихся на сканирующей зондовой микроскопии, в том числе достижения ученых Беларуси на примерах проведенных исследований, а также обсудить задачи механики, направленные на расширение возможностей техники СЗМ и методов нанодиагностики на ее основе.

Не претендуя на общее описание метода сканирующей зондовой микроскопии, которое можно найти в многочисленных обзорах [2–5], в работе демонстрируются традиционные и некоторые новые подходы в комплексной характеристике материалов и тенденции развития СЗМ методик, которые реализуются на отечественных приборах серии НАНОТОП и НАНОТЕСТЕР (ИТМО НАНБ, ИММС НАНБ, ОДО Микротестмашины).

Сканирующая зондовая микроскопия как метод контактной механики

Сканирующая зондовая микроскопия объединяет достаточно большой класс методов исследования поверхности и отдельных нанообъектов с помощью сканирующего механического острия (зонда). История СЗМ начиналась со сканирующей туннельной микроскопии, открытой в 1982 г. [6], и далее дополнялась различными видами атомно-силовой микроскопии (АСМ), возникшей в 1986 г. [7]. Эффективно дополняя современные подходы тонкого анализа материалов, сканирующая зондовая микроскопия открывает возможности, благодаря которым удалось по-новому «взглянуть» на возможность картографировать физико-механические свойства материалов с высокой степенью локализации измерений, вплоть до нескольких нанометров и даже долей нанометров как в вертикальном, так и в латеральном направлении. На рис. 1 представлены соотношения разрешающих возможностей методов пространственной характеристики структуры и шероховатости поверхностей.

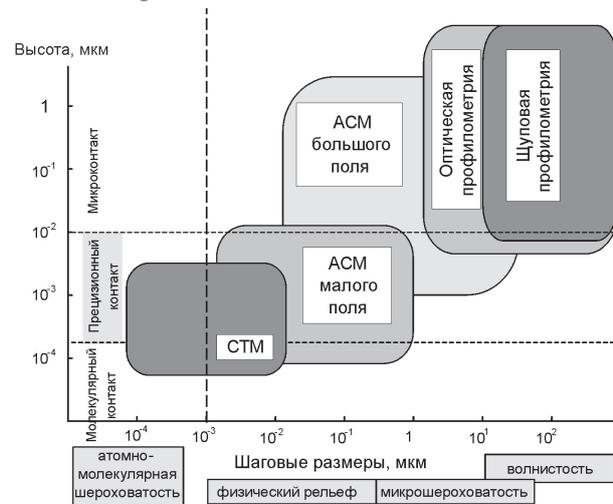


Рис. 1. Масштабные уровни геометрических отклонений поверхности, методы измерений и уровни механики контакта

Основным рабочим элементом (сенсором) в СЗМ является зонд, состоящий из микроконсоли, закрепленный конец которой может приводиться пьезоэлектрическим биморфным элементом в колебательные движения. На свободном конце консоли расположено пирамидальное или конусовидное микроострие с нанометровым радиусом закругления (1–20 нм). Острие зонда является «ощупывающим» элементом, который, взаимодействуя с образцом в контактном и/или

внеконтактном, полуконтактном режимах, воспринимает информацию о строении и свойствах приповерхностных слоев.

Изогнутая микроконсоль зонда служит также упругим нагружающим элементом, способным реализовать сверхмалые силы в диапазоне наноньютонов при касании острием образца, и до миллиньютонов при его индентировании (рис. 2). Микроконсоль одновременно является сенсором сил взаимодействия между острием и образцом. «Считывание» величины этих сил (изгиба консоли) производится с помощью лазерно-лучевой системы и специального фотоприемника. Существует возможность выбрать зонды АСМ в зависимости от решаемых задач, варьируя жесткость консоли (для коммерческих зондов в диапазоне 0,1–50,0 Н/м), радиус закругления острия, а также материал острия (Si, Si₂N₃, металлические и другие покрытия, алмаз), а также заменить острие некоторой наноструктурой (углеродная нанотрубка, фуллерен), микрошаром (сталь, сапфир, стекло) или коллоидом, например биологического характера (биоклетка, вирус и др.).

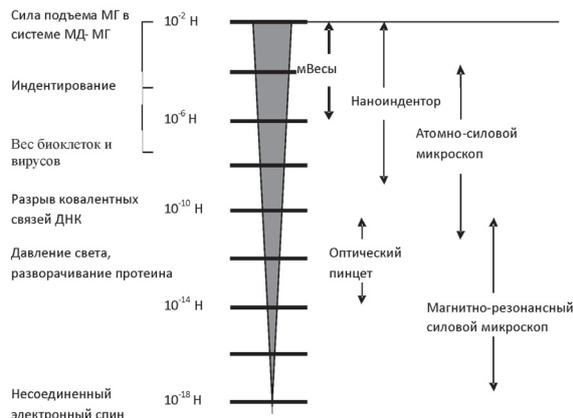


Рис. 2. Соотношения усилий, создаваемых при воздействии на поверхность зондом АСМ, при сравнении с другими методами, а также сверхмалыми природными и техническими усилиями

С учетом того, что в основу измерительного принципа АСМ положена оценка сил контактного взаимодействия острие – образец, метод может быть эффективен в получении информации о локальных физико-механических свойствах образца в тонких поверхностных слоях или в объеме для нанообъектов. Причем усилия прилагаемые к острию «ощупывающего» микрозонда в зависимости от жесткости консоли (0,1–100,0 Н/м) и степени сближения с исследуемой поверхностью

могут быть (1) минимальными, не деформирующими поверхностные слои материала (2), осуществляющими упругие деформации, а также (3) неупругие разрушающие деформации.

Исходя из величины прилагаемых усилий, характера применений, существующих режимов АСМ можно их классифицировать следующим образом (рис. 3). Статический (контактный) и динамический (полуконтактный) режимы сканирования дают изображения топографии поверхности и изображения контрастов. Изображения контрастов при соответствующей интерпретации можно считать картой неоднородности физико-механических свойств (модуль упругости, вязкость, поверхностная энергия и др.).

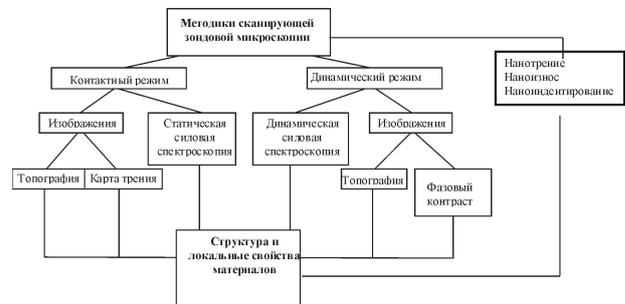


Рис. 3. Методики сканирующей зондовой микроскопии при упругом и неупругом взаимодействии зондом на исследуемый материал

Практически во всех коммерческих АСМ реализуется процедура силовой спектроскопии. При ее реализации статический или динамический (колеблющийся) зонд сближается с поверхностью образца в заранее выбранной точке в пределах участка сканирования. Регистрируемым параметром является сила, действующая на острие в зависимости от перемещения зонда. При реализации процедур силовой спектроскопии, как правило, осуществляется упругое деформирование поверхности образца острием зонда. Результатом применения силовой спектроскопии является оценка величины модуля упругости в зависимости от глубины деформирования поверхностного слоя, параметров вязкоупругости, адгезионных свойств материала.

Отдельным направлением в применении АСМ в механических исследованиях является осуществление острием разрушающего действия на образец: нанотрение, наноизнос, наноиндентирование.

Максимальный эффект от использования СЗМ обеспечивается при сочетании подходов формирования мультиизображений (топография и изображения контрастов) и силовой спектроскопии.

Изображения контрастов в СЗМ

Наряду с первичными для СЗМ изображениями топографии практически все современные модели сканирующих зондовых микроскопов позволяют получить дополнительно изображения контрастов на том же исследуемом участке. В зависимости от используемого режима сканирования это различные карты поверхности. Например, изображение латеральных сил для контактного режима, изображение сдвига фазы для полуконтактного динамического режима, изображение магнитных сил в магнитно-силовом микроскопе и др. Разнообразие получаемых изображений велико и, по-видимому, далеко не исчерпано. Во многих случаях они позволяют получить даже более высокое разрешение в

детализации структуры поверхности, чем пространственное изображение топографии.

При этом чаще всего изображения контраста дают информацию о неоднородности тех или иных свойств изучаемого объекта, которые не всегда связаны с микромеханической неоднородностью, как, например, в случае изображения магнитных сил. Однако, для латеральных сил (рис. 4) и для изображений сдвига фазы при динамическом «обстукивании» образца (рис. 5) эти контрасты обусловлены, в первую очередь, различием локальных механических свойств поверхности. Установить однозначную функциональную связь между силой трения или сдвигом фазы и модулем упругости до настоящего времени не удается, несмотря на значительные усилия исследователей в этом направлении.

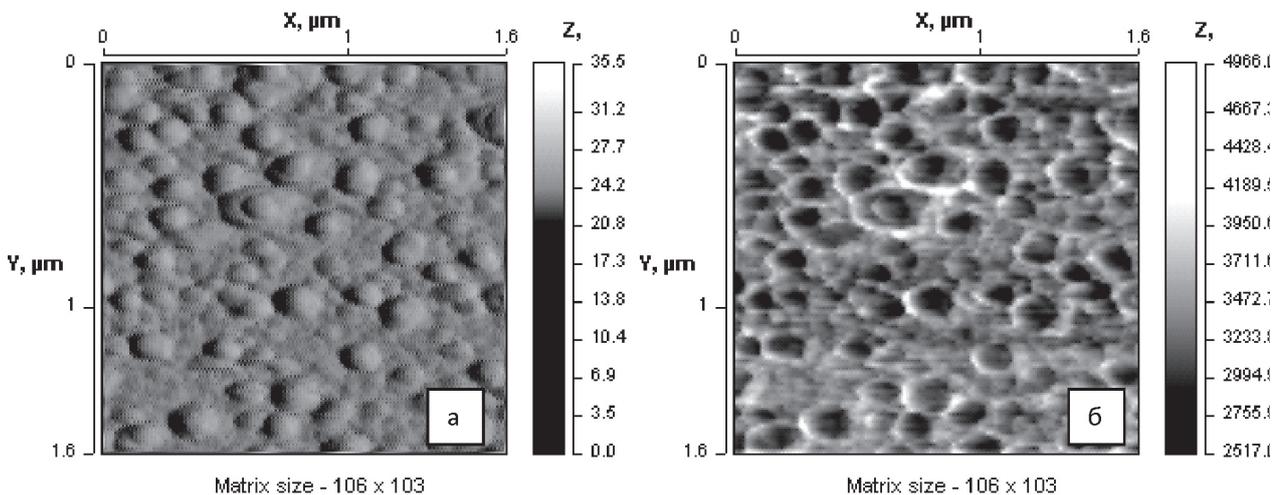


Рис. 4. СЗМ изображения поверхности пленки лавсана, полученные в режиме сканирования: а — топография; б — карта латеральных сил

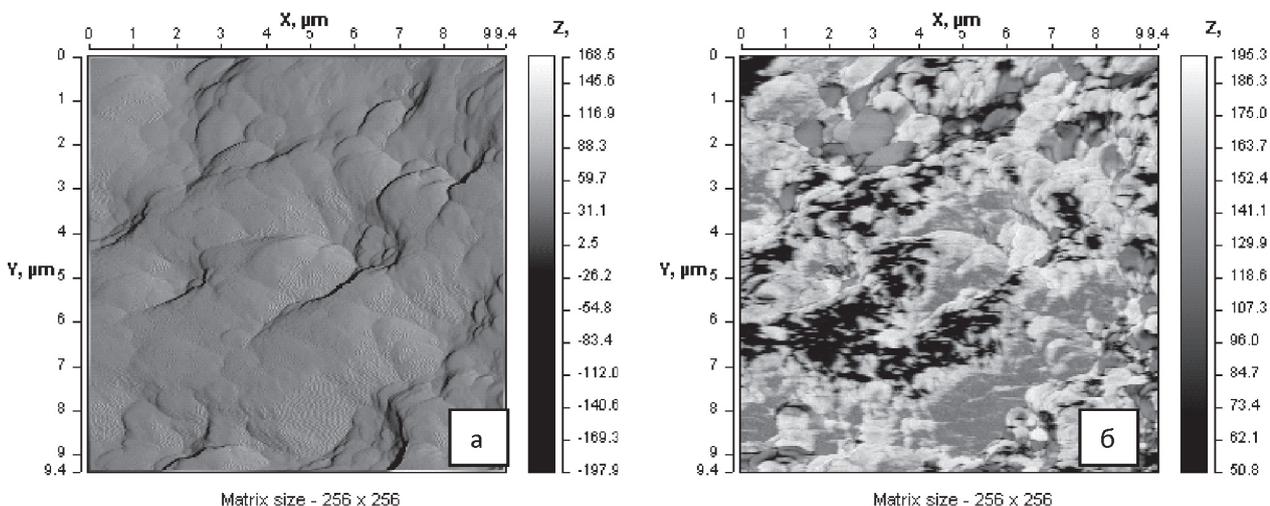
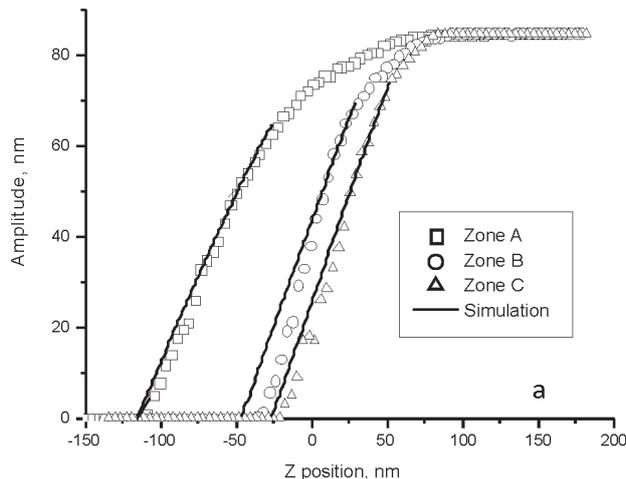


Рис. 5. СЗМ изображения поверхности трения TiN, полученные в полуконтактном режиме сканирования: а — топография, б — фаза

Силовая спектроскопия

Оцифровка изображений, отражающих микромеханическую неоднородность поверхности, возможна с помощью дополнительных измерений, которые позволяют выполнить количественные оценки в областях с различными свойствами. Традиционно такими являются измерения зависимости силы взаимодействия острия зонда с поверхностью образца от расстояния между ними [8] (статическая силовая микроскопия). Следующим этапом оценок является теоретическая интерпретация полученных изменений силы от расстояния и последующий расчет модуля упругости [11]. Важнейшим условием достоверности оценок является точная калибровка измерительной системы, в частности измерение радиуса острия зонда и жесткости измерительной консоли.



Менее изученной, однако не менее перспективной является динамическая силовая спектроскопия, когда с поверхностью образца сближается осциллирующий зонд и в качестве информативной зависимости регистрируются изменения динамических параметров зонда (амплитуда, частота, фаза) от расстояния между острием и поверхностью образца. Данные зависимости могут характеризовать упругие, вязкоупругие и адгезионные свойства материала. Нами предпринята попытка использовать зависимость амплитуды осцилляций зонда от расстояния для оценки модуля упругости локальных областей поверхности, имеющих различный контраст на изображении сдвига фазы [10]. На рис. 6 приведены результаты применения динамической силовой спектроскопии к характеристике неоднородной поверхности алмазоподобного покрытия (АПП) на подложке из кремния.

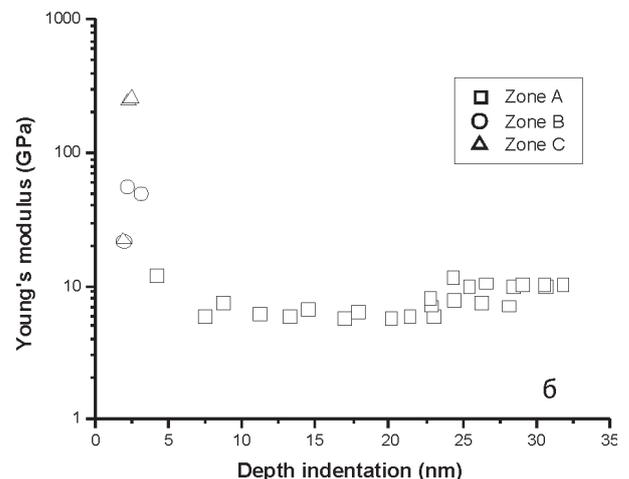


Рис. 6. Результаты динамической силовой спектроскопии для АПП:

Зона А — неструктурированный углерод; В — кремний; С — АПП:

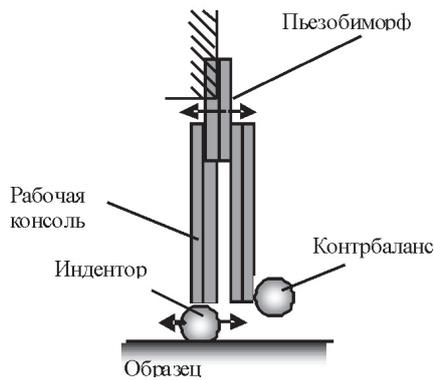
а — экспериментальная зависимость амплитуда – расстояние; б — расчетная зависимость модуля упругости от глубины индентирования

Микро- и нанотрибометрия

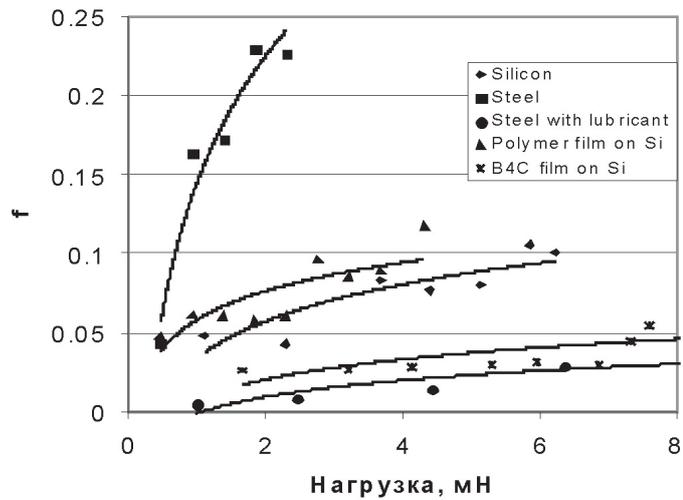
Метод измерения сил трения с помощью латерально-силовой микроскопии заключается в измерении латерального отклонения (кручения) консоли зонда АСМ при прямом и обратном скольжении острия по образцу (dX_1 и dX_2 , соответственно). На основании этих данных рассчитывается сила трения $F_{fr} = 0,5k_t(dX_1 + dX_2)$, где k_t — коэффициент жесткости консоли на кручение. Метод позволяет также оценить величину предварительного смещения и коэффициент трения в режиме перехода от трения покоя к трению скольжения.

Нами разработан метод осциллирующей микро-, нанотрибометрии как дополнительной

процедуры АСМ, который заключается в колебаниях микроиндентора на резонансной частоте латерально к поверхности образца (Рис. 7, а). При этом диссипация энергии в результате трения приводит к изменению динамических характеристик системы, которые регистрируются. Сила трения может быть рассчитана $F_{fr} = \pi k(A_0 - A)/(4Q)$, где k — жесткость осциллирующей консоли, Q — параметр добротности системы индентор – образец, A_0 — исходная амплитуда колебаний, A — рабочая амплитуда колебаний. С помощью данного подхода может быть реализован метод экспресс испытаний материалов на многоцикловое трение, т.к. частота колебаний индентора составляет 1–10 КГц.



а



б

Рис. 7. Схема осциллирующего датчика (а) и результаты измерения методом осциллирующей микро-нотрибологии (б)

На рис. 7, б приведены результаты измерения коэффициента трения для различных типов материалов в условиях сухого трения и трения со смазкой, которые демонстрируют работоспособность метода. Дополнительно может быть получены изображения, характеризующие изменения параметров динамической системы зонд-образец в процессе трения, которые позволяют оценить механизм трения в исследуемой системе.

Наноиндентирование, наноизнос, наносверление

Разрушающие воздействия острием зонда АСМ на образец могут быть использованы при оценке твердости и износостойкости материалов в поверхностных слоях. В этих случаях обычно используется алмазное острие. Наноиндентирование материалов основано на АСМ-процедуре статической силовой спектроскопии. При испытаниях на износостойкость оценивается толщина снимаемого материала при сканировании образца в зависимости от приложенной к зонду разрушающей нагрузки. Визуализация результата наноизнашивания производится при сканировании исследуемого участка поверхности тем же алмазным индентором. В качестве примера (Рис. 8, а) приведен результат характеристики твердого многослойного нитридного покрытия при увеличении силы воздействия от 0,1 (зона А) до 0,4 мН (зона D).

Процесс наносверления заключается во вращательном движении наноиндентора с одновременной регистрацией латеральной силы,

действующей на острие. Радиус вращения можно регулировать, уменьшая вплоть до десятков нанометров с приближением площади перекрытия площадки контакта индентора и зоны трения на образце к полной. Метод позволяет изучать явления локального изменения материала в результате трибохимических реакций на пятнах контакта. На примере (Рис. 8, б) показан эффект локального окисления кремния, предварительно защищенного органическим мономолекулярным слоем, при вращении острия по радиусу 100 нм.

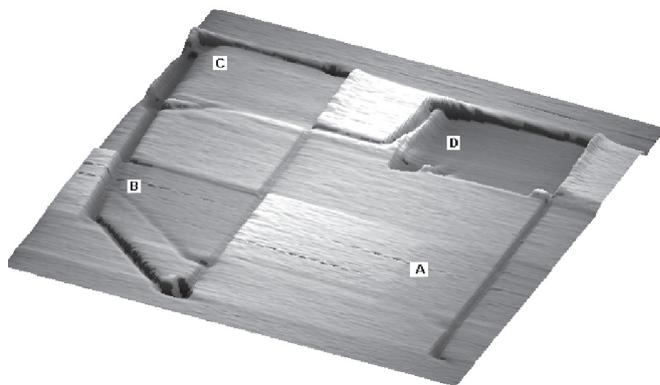
Заключение

Количественная характеристика поверхностей с целью оценки локальных механических свойств с нанометровым разрешением является комплексной проблемой как по методам ее решения, так и по приложениям при проектировании контактных систем, нанокompозитов, а также при интерпретации измерений неоднородных поверхностей в контактном и полуконтактном режимах сканирования.

Для более строгого решения поставленных задач потребуется разработка более адекватных моделей статических и динамических взаимодействий в системе острие – образец.

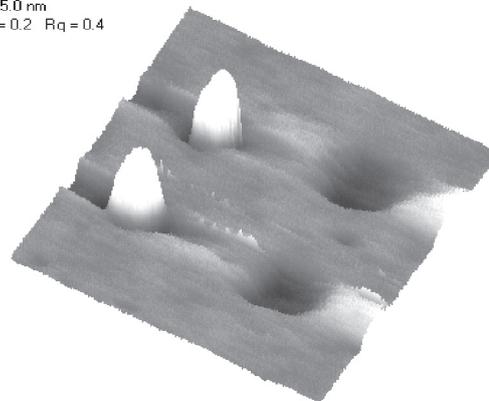
Следует отметить, что измерения на нанометровом масштабном уровне с использованием сканирующего зондового микроскопа с максимальным набором функций пока не являются тривиальными и требуют реализации достаточно сложных функций калибровки, распознавания и исключения возможных артефактов в изображениях.

14500.0 x 14500.0 nm
A = 34.1 nm
Rq = 3.2 nm



а

2.2 x 2.2 μm
A = 5.0 nm
Ra = 0.2 Rq = 0.4



б

Рис. 8. Результаты АСМ-испытаний материалов с помощью процедур наноизнашивания (а) и наносверления (б)

Несмотря на интенсивное развитие СЗМ, возможности метода еще далеко не исчерпаны. Во многих задачах наноматериаловедения метод

СЗМ не имеет равноценных альтернатив, хотя его пока нельзя считать вполне метрологическим, в особенности применительно к нанокompозитам.

Литература

1. Елецкий, А.В. Механические свойства углеродных наноструктур и материалов на их основе / А.В. Елецкий // Успехи физических наук. — 2007. — Т. 117, № 3. — с. 233–274.
2. Bhushan, B. Applied Scanning Probe Methods Springer / B. Bhushan, H. Fuchs, S. Hosaka. — 2002. — 475 p.
3. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии / В.Л. Миронов. — Институт физики микроструктур РАН, Нижний Новгород. — 2004. — 110 с.
4. Суслов, А.А. Сканирующие зондовые микроскопы. Материалы, технологии, инструменты / А.А. Суслов, С.А. Чижик. — 1997. — № 3. — С. 78–89.
5. Чижик, С.А. Комплексная характеристика материалов методом сканирующей зондовой микроскопии / С.А. Чижик // Тепло- и массоперенос – 2003. — Минск: Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, 2003. — С. 226–232.
6. Binnig, G. Scanning tunneling microscopy / G. Binnig, H. Rohrer. — Helvetica Physica Acta 55 (1982), 726.
7. Binnig, G. Atomic force microscopy G. Binnig, C.F. Quate, Ch. Gerber. — Phys. Rev. Lett. 56 (9) (1986), 930–933.
8. Burnham, N. Measuring the nanomechanical properties and surface forces of materials using an atomic force microscope / N. Burnham, R.J. Colton. — J. Vac. Sci. Technol. A7 (1989) 2906–13.
9. Micromechanical properties of elastic polymeric materials as probed by scanning force microscopy / S.A. Chizhik [et al]. — Langmuir, 1998. — Vol. 14, № 9. — P. 3012–3015.
10. Application of phase contrast imaging atomic force microscopy to tribofilms on DLC coatings / H.-S. Ahn [et al]. — Wear 249 (2001) 617–625.

ДОЛОМИТ И ОБЛАСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Волочко А.Т.

ГНУ «ФТИ НАН Беларуси»

Доломит — это горная порода более чем на 90 % (в зависимости от месторождения) состоящая из минерала доломит, принадлежащего к классу карбонатов, и по своей химической формуле представляет $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Рациональный состав чистого доломита: MgCO_3 — 45,8 %, CaCO_3 — 54,2 %. В пересчете на оксиды он содержит MgO — 21,87 %, CaO — 30,41 %, CO_2 — 47,72 %. В качестве компонентов в доломите могут быть оксиды SiO_2 , FeO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MnO , органические и др.

Этот минерал назван в честь французского химика и минеролога Д. Долонье (1753–1801). Доломит (рис. 1) отличается от известняка меньшей растворимостью и более сильным блеском и достоверно определяется химическим анализом. Он может использоваться для тех же целей что и известняк. Но вместе с тем, доломит может находить применение в таких отраслях, как нефтедобывающая промышленность, строительство, металлургия, производство огнеупоров, получение магнезия и др. Это может стать основой импортозамещения и источником валютных поступлений.

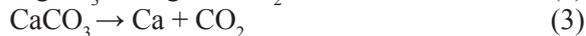


Рис. 1. Внешний вид доломитового минерала

Республика Беларусь занимает одно из первых мест в Европе по залежам и добыче этого полезного ископаемого, относящегося к верхнедевонским отложениям Палеозойской эры (более 400 млн. лет назад), образовавшимся в результате выпадения солей водных растворов древних морей. Из всех месторождений промышленное значение имеет Рубовское, состоящее из четырех участков (Гралевское — 730 млн. тонн, Краснотворское — 487 млн. т, Таков-Кайтовское — 20 млн. т, Рубовское — 4,75 млн. т). Мощность доломитовых пород может находиться в пределах 70–90 метров. Наиболее удобны для разработки открытым способом пласты преимущественно до 10 м. Ознакомиться со способом добычи доломита, чем-то напоминающим открытый способ добычи алмазов, залегающих в кимберлитовых трубках, можно посетив окрестности городского поселка Руба в 15 км от Витебска. Здесь неподалеку можно посетить имение великого русского художника И.Е. Репина (1844–1930). С 1931 г. в этих местах была начата промышленная добыча и изготовление извести, столь необходимой в строительстве, а затем и продукции с использованием доломита. В 1978 г. предприятие приобрело статус ОАО «Доломит». Продукция этого предприятия востребована в первую очередь в сельском хозяйстве в качестве доломитовой муки (ГОСТ 14050-93) для раскисления почв, снижения количества нитратов и радионуклидов. Потребителями доломитов могут быть предприятия стекольной промышленности. Использование в составе стекла оксида магнезия MgO необходимо в тех случаях, когда к стеклу предъявляются требования по оптическим характеристикам, а также для сортовой продукции (ГОСТ 23672-79).

Обжиг доломита и вяжущие материалы из него

При нагреве доломит разлагается на оксиды магнезия, кальция и углекислый газ [1]:



В зависимости от температуры обжига можно получать вяжущие материалы для строительства различного состава и назначения.

Разложение MgCO_3 на MgO и CO_2 происходит при 700–750 °С, а разложение CaCO_3 на CaO и CO_2 при нагреве до 900 °С [2].

Резкой границы разложения MgCO_3 и CaCO_3 в указанных интервалах не существует. Выделение CO_2 из магнезиальной карбонатной составляющей сопровождается и частичным разложением карбоната кальция.

Так, в зависимости от содержания тех или иных продуктов разложения выделяют следующие вяжущие:

- каустический доломит;
- доломитовый цемент;
- доломитовая известь.

Каустический доломит состоит в основном из MgO и CaCO_3 и получают его при температуре до 750 °С.

Доломитовый цемент, состоящий из MgO , CaO и CaCO_3 , получают при температуре разложения CaCO_3 доломита. В этом случае выделяется часть углекислоты.

Доломитовая известь, состоящая из MgO и CaO и получаемая при температуре 900–1000 °С, обладает теми же свойствами, что и обычная известь, применяется для отделки и побелки помещений, с тем преимуществом, что более устойчива и имеет глянцевый блеск.

Несмотря на то, что основным вяжущим в строительстве является портландцемент, в последние годы возрастает и потребность в магнезиальных вяжущих. Благодаря их белизне и введению таких пигментов, как мел, охра, сурик, оксид марганца, ультрамарин и др., можно изготавливать изделия различных цветов [3]. В качестве заполнителей к таким вяжущим могут быть вещества как органического происхождения (стружка, отходы бумаги, костра льна, искусственные полимеры и др.), так и неорганические (керамзит, песок, тальк, шлаки металлургического производства).

К настоящему времени можно выделить несколько направлений создания строительных материалов [4]:

- а) теплоизоляционные конструктивные материалы с органическими заполнителями (ксилит, фибролит и др.);
- б) пенобетон на магнезиальном вяжущем;
- в) облицовочные материалы;

г) сухие строительные смеси;

д) кровельные безасбестовые листы на магнезиальном вяжущем.

Магнезиальные вяжущие имеют ряд достоинств: высокая прочность при сжатии и изгибе, высокая прочность сцепления с заполнителями, быстрый набор прочности в начальный период. Для повышения водостойкости в эти составы вводят различные добавки (силикаты, фосфаты AlPO_4 , MgHPO_4 , гидросиликаты магнезия, цеолиты и др.), а также пропитка изделий веществами образующими защитные пленки [5–7].

Доломит в металлургии

В металлургии используется главным образом обожженный при достаточно высокой температуре (1500–1700 °С) доломит или флюсы на его основе. От металлургического доломита требуется высокая степень спекания, что обеспечивает его устойчивость против гидратации [8].

Для высокотемпературного обжига доломита могут использоваться как шахтные, так и вращающиеся печи. Среди лидеров в поставке шахтных печей можно выделить фирму RCE [9]. Такие печи (рис. 2) имеют суточную производительность от 25 до 300 т, а внешний диаметр от 2 до 3,2 м.

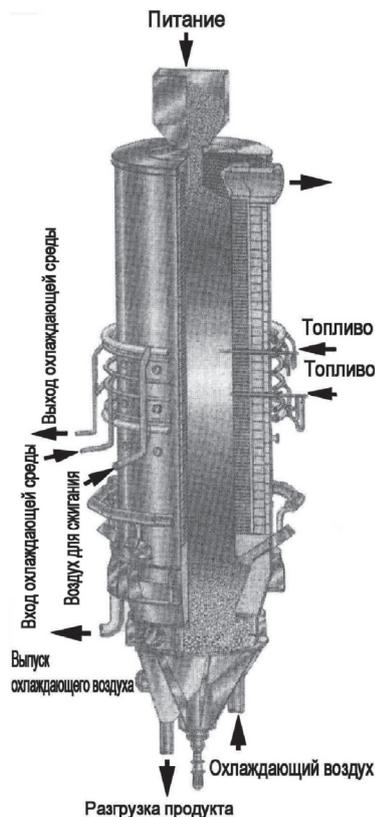


Рис. 2. Схема высокотемпературной печи фирмы RCE для обжига

Доломит обожженный можно получать и во вращающихся печах (рис. 3), которые схожи с печами по обжигу цемента.

После обжига по расчетному содержанию CaO подразделяются на 3 группы:

- I — CaO — 50–60, MgO \geq 36;
- II — CaO — 40–50, MgO — 32–36;
- III — CaO — 25–40, MgO — 29,0–32,5.

Различают три структурных типа обожженно-го доломита (табл. 1) [10]:

- крупнокристаллический с зернами >0,25 мм (К);
- среднекристаллический с зернами 0,10–0,25мм (С);
- мелкокристаллический с зернами менее 0,1 мм (М).



Рис. 3. Общий вид вращающейся печи для обжига

Таблица 1

Классификация доломитов по температуре спекания

Группа	Подгруппы и структурные типы							
	1			2			3	
	К	С	М	К	С	М	к	М
I	(–)1700	(–)1700	(–)1700	(–)1700	(+)1500	–	–	–
II	(–)1700	(±)1700	(±)1700	(±)1700		(+)1500	(±)1700	–
III	–	(±)1700				(+)1500	–	(+)1500

Примечание: знак (+) указывает на достижение спекания, (–) указывает на отсутствие спекания и (±) на достижение границы спекания.

Спекаемость растет от подгруппы I к III и от структурного типа К к М. На доломит обожженный металлический предназначенный для ремонта и заправки сталеплавильных печей существует украинский ГСТУ 322-14-005-97.

Самой распространенной добавкой из-за доступности и дешевизны является оксиды железа FeO и Fe₂O₃. В этом случае обожженный доломит называют флюсом. Они применяются для образования и регулирования состава шлака, предохраняя расплавленный металл от воздействия с внешней газовой средой, а также для связывания окислов при пайке и сварке металлов.

Известен ряд способов получения доломито-ферритовых флюсов. Так, в патенте [11] массовое соотношение доломита и оксида железа ограничивается соотношением 8:1, а обжиг производят при 1570–1670 °С.

Присодержанию оксида железа во флюсе 5–15% и удельной поверхности частиц 2500–3000 см²/г температура обжига во вращающейся печи составляет 1360–1450 °С, причем чем ниже содержание оксида железа, тем больше снижается температура обжига (10 °С на 1 %).

Введение в состав флюса оксида кремния SiO₂ связано с повышением его основности. Срок хранения таких флюсов достигает до 10–120 суток [12].

Доломит в производстве огнеупорных материалов

Доломитовые огнеупоры получили широкое распространение в европейских странах для футеровки электропечей, ковшей, конвекторов, вращающихся печей и др. [13]. Эти огнеупоры имеют широкое применение в строительной отрасли для футеровки цементных печей, они устойчивы к основному (клинкерному) расплаву.

В УП «НИИСМ» Минстройархитектуры РБ проведен цикл научных исследований по разработке технологии получения доломитового огнеупора из доломитовой муки, кварцевого песка и апатитового концентрата [14].

Решением проблемы получения таких огнеупоров со стабильными свойствами является метод химического связывания в процессе обжига (1650 °С) оксида кальция в соединения, способные к гидрационному твердению, что реализовано в системе CaO · MgO · SiO₂ в присутствии 2 % R₂O₃. Полученные методом прессования штучные

огнеупоры на основе стабилизированного клинкера в сравнении с такими известными огнеупорами как периклазоизвестковый, смолодоломитовый, не разрушаются на воздухе от гидратации, а при термообработке не выделяют токсичных веществ и сохраняют свойства при длительном хранении.

Совместные работы ФТИ НАН Беларуси и УП «НИИСМ» на предмет использования таких огнеупоров и оценки их на совместимость с другими огнеупорами в термических печах показал их перспективность при замене периклазовых, шамотных изделий в газовых, закалочно-отпусковых печах, соляных электрованнах [15]. Огнеупоры, обладая достаточно высокой прочностью 45–55 МПа, позволяют рекомендовать их, в первую очередь, для футеровки таких мест печи, которые регулярно подвергаются сильным механическим воздействиям (таких как под печи). Результаты опытно-промышленных испытаний показали, что срок службы таких печей увеличивается в 1,5–3 раза.

В ФТИ НАН Беларуси проводятся исследования по получению с использованием доломита огнеупорной керамики на основе алюмомагнезиальной шпинели $MgAl_2O_4$, которая имеет высокую температуру плавления (2135 °C) и химически инертна к жидким металлам и шлакам. Такие материалы предлагается получать методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). В качестве восстановителя этой системы используются порошки алюминия [16]. На рис. 4 представлены основные процессы, протекающие в этой системе.

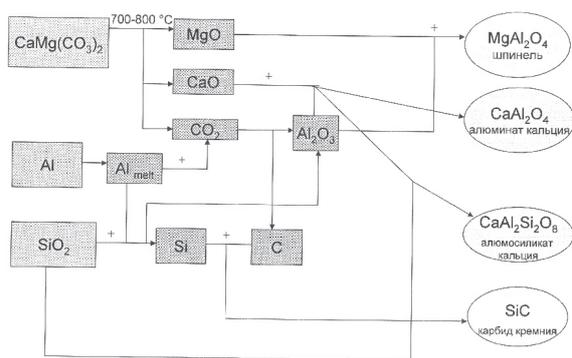


Рис. 4 Основные реакционные процессы в системе $CaMg(CO_3)_2 - Al - SiO_2$ исходные компоненты, промежуточные соединения, конечные продукты СВС-процесса

Имеются также наработки по использованию доломита в качестве активных добавок для

получения термостойких огнеупорных покрытий на алюмосиликатные, корундовые изделия с прочностью адгезии 1,5–3,0 МПа. Это становится актуальным для нанесения их в местах термических печей, подвергаемых термоударам (места установки газовых горелок, дверки печей и др.).

Доломит при производстве магния

Получение магния из обожженного доломита следует рассматривать как возможность комплексного решения проблемы, ориентированной на создание широкой номенклатуры сырья новых материалов для металлургии и машиностроения.

Имеется мировой опыт, когда такое государство, как Китай, располагая в достаточном количестве запасами этого минерала, стало в короткое время основным поставщиком магния в мире. Так, объемы производства этого металла в Китае около 600–700 тыс. т, что составляет около 80 % мирового производства.

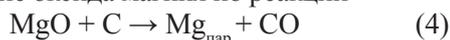
Причем любопытным фактом служит то обстоятельство, что спрос на этот металл возрос в первую очередь в самом Китае и составляет около 30 % мирового спроса. Экспансия магния в Китае началась с возможностью замены алюминиевых и других сплавов в машиностроении, в том числе двигателестроении.

Магний — самый легкий и достаточно широко распространенный металл. При плотности 1,74 г/см³ он в 4,5 раза легче железа, в 5 раз — меди, в 2,6 раза — титана и в 1,6 раза — алюминия. Магниевого сплавы обладают очень хорошей вибрационной и демпфирующей прочностью, которая в 100 раз выше, чем у дюралюминия, и в 20 раз, чем у легирующей стали [17]. Эти сплавы незаменимы в деталях, работающих на продольный и поперечный изгиб и превосходят алюминиевые на 20 %, а стальные на 50 %.

Рынок магния, в первую очередь, связан с изготовлением изделий из легких алюминиевых и магниевых сплавов (40–60 %) для авиа- и автомобилестроения; в черной металлургии для раскисления, десульфации и модифицирования чугуна с целью получения сплавов с шаровидным графитом (до 11–16 %); при производстве магниевых протекторов для защиты от коррозии (до 8 %); в металлотермических процессах для получения трудно восстанавливаемых и редких металлов (Ti, Hf, Zr и др.) (7–15 %). Составы из порошков магния с окислителями служат как зажигатели и осветители [18].

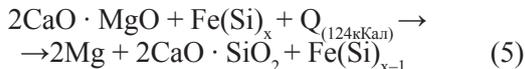
Среди промышленных способов получения магния следует выделить электролитический и термический. При электролитическом способе

в качестве сырья используют соли магния — карпалит $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$, бишофит $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, морскую воду и др. Процесс производят при температуре 720–750 °С. Расплавленный магний, всплывающий на поверхность электролита, периодически извлекают из катодного пространства. Последующая чистка осуществляется сублимацией в вакууме [18]. Расход электроэнергии при таком способе составляет около 20 кВт/ч на 1 кг металла. Для сравнения в Китае этот способ используется лишь на 3 из 100 предприятий, получающих магний. Термические способы в зависимости от восстановителя разделяют на углетермический и металлотермический (восстановления силикоалюминием и ферросилицием). В первом случае расход электроэнергии находится на уровне не менее чем при электрохимическом. Брикеты из смеси угля с оксидом магния нагревают в электропечах до температуры более 2100 °С, а затем происходит восстановление оксида магния по реакции



Далее пары магния отгоняют и конденсируют.

Для получения магния из доломита наиболее эффективным оказывается силикотермический метод (способ магнетермический), основанный на реакции



Магний, получаемый этим способом, содержит 99,6–99,9 % металлического магния. По этому способу (рис. 5) брикеты из прокаленного до полного разложения доломита и ферросилиция, содержащего <75 % Si, нагревают до 1280–1300 °С в вакууме при давлении 0,1–0,2 МПа. Пары магния конденсируют при 400–500 °С, затем под флюсом переплавляют и разливают в изложницы.

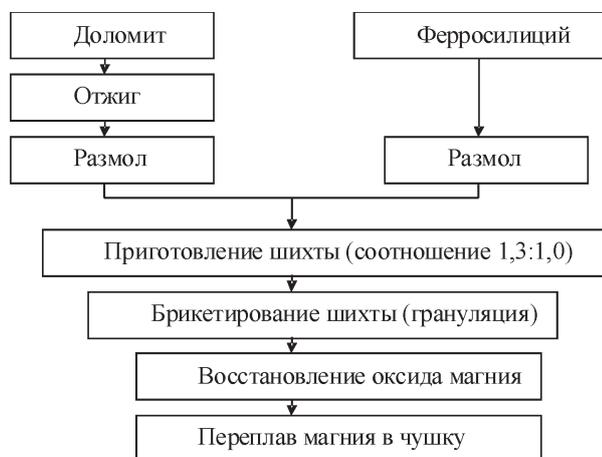


Рис. 5. Технологическая схема получения магния металлотермическим способом

Этот метод начал применяться в период второй мировой войны, когда необходимо было быстро вводить новые магниевые заводы. Этому способствовала сравнительная простота технологии и дешевое магниевое сырье (магнезит, доломит). В последнее время способ достаточно усовершенствован. Вместо малопродуктивных периодически действующих реторт стали использоваться непрерывно действующие электроустановки, оборудованные средствами автоматизации.

Наглядным примером получения магния в печи непрерывного действия может служить схема, приведенная на рис. 6.

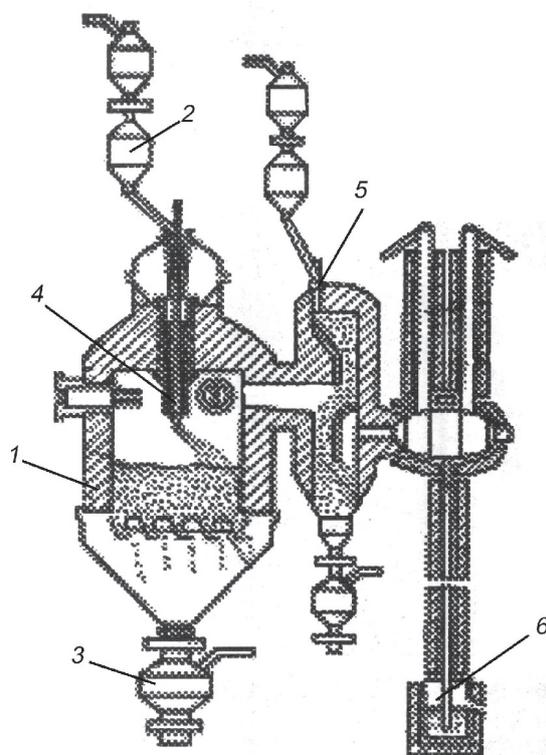


Рис. 6. Схема вакуумной печи для непрерывного получения магния силикотермическим способом

Печь состоит из реактора, промежуточной и конденсаторной камер. Шихта из раскаленного до полного разложения доломита и ферросилиция погружается через затвор 2 во вращающуюся для равномерности трубу 4. Остатки от восстановления выгружают через затвор 3. Пары магния поступают в начале в конденсатор 5, а затем в камеру 6.

Таким образом, следует говорить о целесообразности комплексного подхода в переработке и использованию доломита в сельском хозяйстве, строительстве, металлургии и машиностроении.

Литература

1. Вагантов, А.П. Ксилолит (производство и применение) / А.П. Вагантов. — М.: Metallургия, 1984. — 448 с.
2. Бутт, Ю.М. Химические технологии вяжущих материалов / Ю.М. Бутт, М.Н. Сычев, В.В. Тимошев. — М.: Высшая школа, 1980. — 472 с.
3. Душевина, А.М. Разработка способов комплексного использования доломитов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.11. А.М. Душевина. — Барнаул, 2005. — 23 с.
4. Строительные материалы и изделия на основе высокопрочного магнезиального вяжущего из доломитового сырья / Бибкау М.Я. [и др.] // Строительные материалы. — 1997. — № 5. — С. 3–5.
5. Барбанягрэ, В.Д. Волостойкий доломитовый брикет со свободным СаО на основе Лисьегогорского доломита / В.Д. Барбанягрэ, Л.Е. Зубакова // Огнеупоры и техническая керамика. № 10. — С. 12–14.
6. Заявка 55-140747 Япония, КЛ С 04 В 9/02. Водостойкая композиция на основе магнезиального цемента / Аракаи Такэси, Такасука Такэо, Насу Хироёси, Сэкисуи Кагаку Когё к.к. — № 54-49447. Заявл. 20.04.70. Оpubл. 4. П. 80.
7. Заявка 55-126561 Япония, КЛ С 04 В 17/05 С 04 В 13/24. Магнезиальный цемент с органической добавкой, образующей хелатные связи. / Сингу КЭН, Косуга Кэйро, Насу Хакуто, Сэкисуи Кагаку когё к.к. — № 54-23854. Заявл. 20.03.79 Оpubл. 30.09.80.
8. Антонов, Г.И. Спекание и устойчивость к гидратации доломитов Завадского месторождения / Г.И. Антонов, Ж.А. Гривакова // Огнеупоры. — 1988. — № 6. — С. 24–27.
9. Хорошавин, Л.Б. Металлический магний — металл XXI века / Л.Б. Хорошавин, Т.М. Головина // Уральский рынок металлов. — 2001. — № 7. — С. 46–47.
10. Химическая технология керамики и огнеупоров / под ред. П.П. Будникова. — М.: Стройиздат, 1972. — 552 с.
11. Магнезиальный флюс для сталеплавильного производства и способ его получения: пат. № 2205232, РФ, МПК⁷ С 21 С 5/36, 5/28. / И.М. Шатохин. — № 2001133292/02; заявл. 11.12.01; опубл. 27.05.03.
12. Шихта для получения сталеплавильного флюса: пат. 2141534, РФ, МПК⁶ С 21 С 5/36, 5/54. / Б.А. Алексеев и др.; ОАО «Волховский алюминий», ОАО «Уральский институт металлов», ОАО «Северсталь». — № 98122983/02; заявл. 17.12.98; опубл. 20.11.99.
13. Шубин, В.И. Огнеупоры для цементных вращающихся печей / В.И. Шубин // Физико-химические и технологические основы жаростойких цементов и бетонов. — М.: Наука, 1986. — С. 173–175.
14. Доломитовый огнеупор: пат. РБ №6910. Приоритет от 27.12.2001 / В.Н. Гончарик, И.А. Белов, О.-Г. Бацевичус Огнеупор на основе стабилизированного доломита // Архитектура и строительство, 2001, № 3. — С.16.
15. Волочко, А.Т. Оценка применимости керамических огнеупорных материалов на основе доломита для футеровки термических печей / А.Т. Волочко, О.Г. Бацевичус, А.А. Жукова // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: сб. материалов: в 3 кн. / ред. коллегия: С.А. Астапчик (гл. ред) [и др.]. — Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2009. — Кн. 1. — С. 74–80.
16. Исследование возможности получения керамических материалов в системе алюминий – диоксид кремния – доломит методом СВС / Б.Б. Хина [и др.] // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: сб. материалов: в 3 кн. / ред. коллегия: С.А. Астапчик (гл. ред) [и др.]. — Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2009. — Кн. 2. — С. 104–109.
17. Фирма Maerz ofenbau AG [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.maerz.com/rce_tech_ru.pdf.
18. Уткин, Н.И. Metallургия цветных металлов / Н.И. Уткин. — М.: Metallургия, 1985. — 440 с.

ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ БЕЛАРУСИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ

Шкадаревич А.П.

(Белорусское оптико-механическое объединение)

1. Введение

Оптическая промышленность, включая лазерную, является одной из наиболее динамичных отраслей производства в мире, демонстрируя ежегодное увеличение объемов выпуска продукции на уровне 20–30 %, причем прогнозируются такие темпы роста на ближайшие 20 лет.

Следует выделить следующие наиболее перспективные области для оптической продукции:

- оптическая связь;
- лазерная обработка материалов;
- медицина и биотехнологии;
- метрология и измерительная техника;
- контроль окружающей среды;
- компьютерная периферия и бытовая техника;
- оборонные технологии.

Республика Беларусь относится к числу стран с наиболее высоким уровнем развития оптических и лазерных технологий, таких как США, Германия, Россия, Англия, Франция, Япония. Созданная в период СССР за счет многомиллионных инвестиций и технической помощи, в первую очередь, России, оптическая промышленность за период становления суверенитета нашего государства не только сумела сохранить свой потенциал, но и развить новые направления и интегрироваться в мировые рынки.

В данной статье рассматривается история становления оптической отрасли нашей страны, ее современное состояние и место в структуре промышленности РБ, основные наиболее существенные направления разработки и производстве оптической продукции, перспективы развития белорусской оптики.

2. Исторический экскурс

Создание оптической отрасли в Беларуси началось в середине 50-х годов прошлого века со строительства Минского механического завода им. С.И. Вавилова. Для этого с родственных

оптических предприятий России в Минск были направлены десятки и сотни опытных руководителей, инженеров и рабочих, которые обеспечили не только строительство завода, но и быстрый выпуск оптической продукции белорусского производства, которая увидела свет в 1957 г.

Практически одновременно в стенах Академии наук Беларуси был создан Институт оптического профиля — Институт физики. Важную роль в его быстром становлении сыграл переезд в Минск таких известных ученых-оптиков, как Б.И. Степанов, М.А. Ельяшевич, А.Н. Севченко, Н.А. Борисевич. Открытие оптических кафедр вначале в БГУ, а затем и БПИ обеспечило подготовку кадров для быстро развивающегося завода, на базе которого в 1971 г. было создано Белорусское оптико-механическое объединение, чему способствовало строительство оптических заводов в небольших белорусских городах: Вилейке, Рогачеве, Жлобине.

Начиная с простейших оптических изделий, таких как линзы, очковые линзы, фотоаппараты, заводы БелОМО в 70-е смогли приступить к производству такой сложной и уникальной оптической продукции, как космическая и аэрофотоаппаратура, фотограмметрическая техника, кинотеодолитная техника, прицельные комплексы и системы управления огнем бронетанковой техники.

Если первые сложные изделия БелОМО создавались на базе разработок российских предприятий, то с середины 70-х появились первые белорусские разработки, созданные в стенах открытого в 1974 г. ЦКБ «Пеленг». Следует признать, что все это стало возможным в связи с созданием в нашей республике стройной системы подготовки кадров, включая кадры высшего уровня (кандидатов и докторов наук), тесных связей между научными учреждениями и промышленными предприятиями, привлечением научного потенциала республики к решению производственных задач.

О высоком уровне создаваемой в оптической промышленности продукции говорит тот факт, что ее авторам были присуждены 2 Ленинские премии и десятки Государственных премий СССР и БССР.

Учитывая положительный опыт создания и работы БелОМО, Министерство оборонной промышленности СССР, в ведении которого находилось объединение, создали в республике еще ряд оптических предприятий: Сморгонский завод оптических стекол, Лидский завод «Оптик» и Научно-исследовательский технологический институт вакуумной техники и оптических станков. Параллельно и другие союзные Министерства последовали этому и в Минске появились Конструкторское бюро точного электронного машиностроения (Министерство электронной промышленности СССР), ЦКБ «Спектр» (Министерство радиопромышленности СССР) и Опытное производственное предприятие НТО АН СССР.

Достаточно быстро указанные предприятия прошли период становления и стали головными оптическими предприятиями своих министерств. Таким образом, следует констатировать, что в конце 80-х Беларусь стала одним из ведущих оптических центров СССР.

3. Роль оптической отрасли в структуре промышленности РБ

Оптическая промышленность, как и все приборостроение, имеет целый ряд неоспоримых достоинств применительно к производственному сектору нашей республики.

Во-первых, оптическое приборостроение идеально соответствует характерным особенностям нашей промышленности, являвшейся «сборочным» производством большой страны, поскольку для него характерны низкая энерго- и материалоемкость (доля энергетики в структуре цены, как правило, не превышает единиц процентов).

Во-вторых, в конечном оптическом продукте высока доля интеллектуального труда. Нередко удельная стоимость 1 кг изделия превышает 10 тысяч долларов США.

В-третьих, оптическая продукция является областью востребованных инноваций. Даже самые простейшие оптические приборы широко используют последние достижения фотоники и информационных технологий.

В-четвертых, для оптической отрасли характерно существенное превышение экспортной составляющей над импортной (часто это соотношение

составляет от 3:1 до 7:1), к тому же оптическое производство менее критично по сравнению, например, с микроэлектронной к времени обязательного обновления технологического оборудования.

К вышеуказанному можно добавить важную роль оптической отрасли в общенациональных проектах (оборона, здравоохранение, образование), заметное влияние на прогресс в смежных областях (микроэлектроника, металлообработка, машиностроение). Наша республика имеет достаточное количество высококвалифицированных кадров по оптике: около 30 академиков и членкорреспондентов, более 100 докторов наук, около 300 кандидатов наук, способных обеспечить решение технических задач любой сложности.

Хотя после распада Советского Союза и обретения независимости РБ, оптическая отрасль, традиционно работающая преимущественно на оборону, столкнулась с такими серьезными проблемами, как потеря госзаказа и конверсией, отсутствием опыта внешней торговли и маркетинговой деятельности, именно наличие высокопрофессиональных кадров позволило ей не только сохранить свой потенциал, но и добиться заметного успеха как в завоевании стабильных рынков сбыта, так и создании новых видов продукции, некоторые из них будут рассмотрены ниже.

4. Основные направления оптического приборостроения Беларуси

4.1. Космическая фотоаппаратура

Лидером разработки этого направления не только в РБ, но и в СНГ является ОАО «Пеленг», которое также является ведущим оптическим предприятием Беларуси. Предприятие имеет 40-летний опыт работы в данной области. Аппараты первого поколения (рис. 1, а) имели пространственное разрешение около 10 м и обеспечивали точную привязку снимков к системе координат земли. С их помощью были созданы высококачественные топографические карты земли, а также цифровые карты местности. Однако использование фотопленки для регистрации снимков не позволило проводить наблюдение в реальном масштабе времени, что удлиняло процесс получения информации.

Прогресс в развитии электронных компонентов и информационных технологий, включая системы связи, позволили перейти к созданию цифровых космических аппаратов, что существенно уменьшило их весо-габаритные параметры и сократило время передачи сигналов на землю.

На рис. 1, б показан космический фотоаппарат нового поколения для первого белорусского спутника БЕЛКА, обеспечивающий снимки в режиме

реального времени с пространственным разрешением 2 м. В стадии разработки находится уникальный аппарат с разрешением порядка 1 м (рис. 1, в).

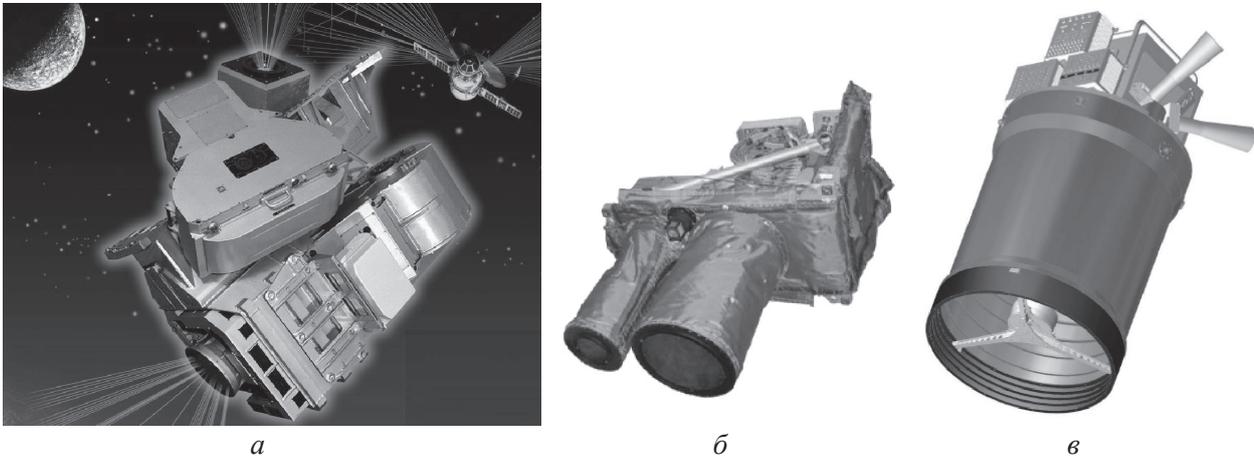


Рис. 1. Космическая фотоаппаратура:
а — аппарат I поколения; б — оптико-электронная система для БЕЛКА;
в — перспективный аппарат высокого разрешения

Современные аппараты позволяют решить следующие народнохозяйственные задачи:

- картографирование;
- контроль чрезвычайных ситуаций;
- контроль промышленной инфраструктуры;
- контроль землепользования сельскохозяйственного производства;
- экологический контроль окружающей среды;
- контроль лесных ресурсов.

Важна роль этого оборудования и в решении оборонных задач.

4.2. Системы управления огнем бронетанковой техники

Данное направление обеспечивают ОАО «Пеленг» как головной разработчик и заводы «БелОМО» как изготовители серийной продукции. Начав в 70-е гг. с освоения приборов ночного видения первого поколения для танков и боевых машин пехоты, в настоящее время эти предприятия разработали и освоили выпуск современных прицелов, обеспечивающих всепогодную и круглосуточную стрельбу на дальность до 5...6 км с точностью попадания 0,5...1,0 м. Фотографии некоторых приборов и их технические характеристики приведены на рис. 2–4.

Кроме того, что данная продукция является средством повышения обороноспособности нашей страны, она также — перспективный экспортный товар, приносящий Республике десятки миллионов долларов ежегодно.

4.3. Лазерно-оптическое оборудование для производства высокоточных оригиналов сверхбольших интегральных схем (СБИС)

Ведущим разработчиком этого направления является научно-производственное республиканское унитарное предприятие «КБТЭМ-ОМО» которое создало и постоянно совершенствует полный набор технологического оборудования, обеспечивающего все стадии технологического процесса производства фотошаблонов СБИС, включающего многоканальные лазерные генераторы изображений, системы автоматического контроля дефектности топологических структур и системы их лазерного ремонта. На рис. 5–7 показана динамика развития данной аппаратуры с указанием достигнутых технических параметров. Следует отметить, что это оборудование имеет высокую сложность и стоимость (миллионы долларов), находится под экспортным контролем и его приобретение не всегда возможно. Только несколько стран мира добились успеха в этой области, поэтому белорусские разработчики (Матюшков В.Е., Аваков С.М. и др.), имея несопоставимо меньший объем финансирования, заслуживают самой высокой оценки.

4.4. Лазерные дальномеры

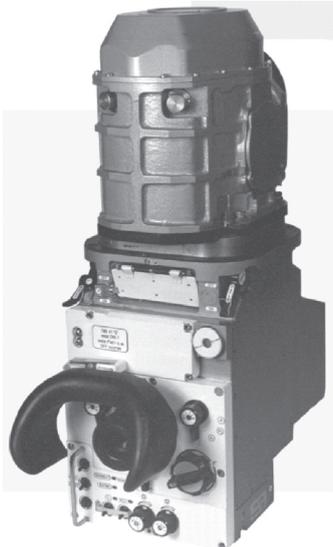
Первый лазерный дальномер «Нева» начал серийно производиться на БелОМО в середине 70-х после неудачной попытки его освоения на российских предприятиях.



ПРИЦЕЛ ПАНОРАМНЫЙ ВИЗИРНЫЙ

Дальность распознавания цели днем, min, м	3000
Система стабилизации полей зрения	2-х плоскостная следящая
Точность слежения за ЛВ панорамного прицела командира:	
- вертикаль, угл. мин	2
- горизонт, угл. мин	2
Среднеквадратическая ошибка стабилизации, не более, мрад	0,25
Углы линии визирования -вертикаль, град.	от -10 до +60
-горизонт, град	n x 360
Скорость наведения линии визирования, min, град/сек.	0,02
Скорость наведения линии визирования, max, град/сек.	5 - 7
Скорость переброски ЛВ -горизонт, град/сек.	45
Увод линии визирования, max, мрад/мин	8
Увеличение:W FOV, X.....	3.6
N FOV, X.....	12

Рис. 2. Панорамный прицел командира



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Дальномерный канал	
Дальность измерения, м	500-6000
Погрешность измерения, м	+/-10
Встроенная выверка дальномерного канала	
Автоматический ввод измеренной дальности:	
- в баллистический вычислитель	
Ручной ввод дальности и плавное регулирование минимальной измеряемой дальности	
Информация о дальности и типе боеприпаса вводится в окуляр прицела	
Дневной стабилизированный канал наблюдения	
Увеличение/Поле зрения, град.	1X /20 x 5
Ночной канал	
Дальность наблюдения, м	
- в пассивном режиме.....	800
- в активном режиме	1200
Имеется ручная подфокусировка	
Система стабилизации	
Точность стабилизации поля зрения, мрад	0,1
Дрейф линии прицеливания, не более, мрад/мин	8
Дневной визирный канал	
Увеличение/Поле зрения, град.	14X /3,5; 4X /12

Рис. 3. Прицел «Сож-М»



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Визирный канал	
-увеличение/угол поля зрения, угл. град.....	4X /12 и 12X /4
Тепловизионный канал	
Тепловизор "CATHERINE" с длиной волны, мкм.....	8 - 12
Поле зрения, угл. град.:	
-широкое поле (W FOV)	9 x 6,75
-узкое поле (N FOV)	3 x 2,25
-с электронным увеличением (N FOVx2)	1,5 x 1,12
Канал управления ракетой	
Дальность управления ракетой с наведением по лучу лазера, м.....	днем и ночью до 5500
Дальномерный канал	
Измеряемая дальность	

Рис. 4. Прицельный комплекс «Сосна-У»

2009 г.	7-е поколение: уровень технологии 90 нм	ЭМ-5389 Rmin=200/120 нм
2008 г.	6-е поколение: уровень технологии 180нм	ЭМ-5289 Rmin=350/180 нм
2005 г.	5-е поколение: уровень технологии 350нм	ЭМ-5189 Rmin=600/350 нм
1999 г.	4-е поколение: уровень технологии 500нм	ЭМ-5089Б Rmin=800 нм
1994г.	3-е поколение: уровень технологии 1,0 мкм	ЭМ-5089А Rmin=1 мкм
1988 г.	2-е поколение: уровень технологии 1,5 мкм	ЭМ-5089 Rmin=1.5 мкм
1988 г.	1-е поколение: уровень технологии 2,0 мкм	ЭМ-589Б Rmin=2.0 мкм

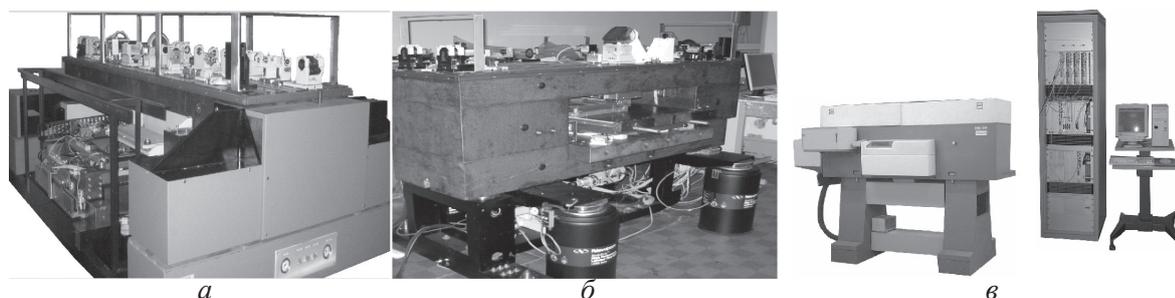


Рис. 5. Модельный ряд многоканальных лазерных генераторов:
а — ЭМ-5289; б — ЭМ-5189; в — ЭМ-5089Б

2009 г.	7-е поколение: уровень технологии 65-45нм	ЭМ-6729 Rmin=65 нм
2008 г.	6-е поколение: уровень технологии 130-110нм	ЭМ-6329В Rmin=150 нм
2006 г.	5-е поколение: уровень технологии 180нм	ЭМ-6329 Rmin=250 нм
2001 г.	4-е поколение: уровень технологии 350нм	ЭМ-6029В Rmin=500 нм
1995 г.	3-е поколение: уровень технологии 800нм	ЭМ-6029АМ Rmin=800 нм
1991 г.	2-е поколение: уровень технологии 1 мкм	ЭМ-6029А Rmin=1 мкм
1987 г.	1-е поколение: уровень технологии 1,5 мкм	ЭМ-6029 Rmin=1.5 мкм



Рисунок 6 – Модельный ряд установок автоматического контроля оригиналов топологии на фотошаблонах:
а — ЭМ-6029В; б — ЭМ-6329; в — ЭМ-6729

2009 г.	6-е поколение: уровень технологии 90нм	ЭМ-5131 Rmin=200 нм
2007 г.	5-е поколение: LCD (поле 900x600мм)	ЭМ-5201 Rmin=500 нм
2001 г.	4-е поколение: уровень технологии 350нм	ЭМ-5001Б Rmin=500 нм
1995 г.	3-е поколение: уровень технологии 800нм	ЭМ-5001АМ Rmin=11 мкм
1990 г.	2-е поколение: уровень технологии 1,5 мкм	ЭМ-5001А Rmin=1.5 мкм
1990 г.	1-е поколение: уровень технологии 2 мкм	ЭМ-551Б Rmin=2 мкм

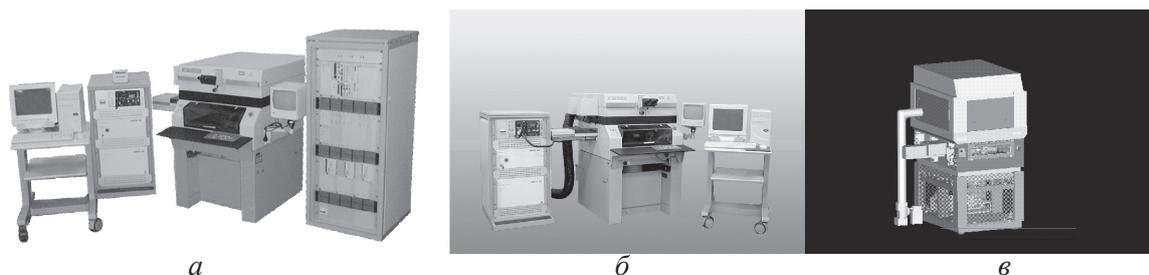


Рисунок 7 – Модельный ряд установок устранения дефектов оригиналов топологии на фотошаблонах:
а — ЭМ-5001; б — ЭМ-5001Б; в — ЭМ-5131

В настоящее время усилиями ОАО «Пеленг» и УП «ЛЭМТ» БелОМО разработан и освоен серийный выпуск широкой гаммы лазерных дальномеров, обеспечивающих измерение дальности от сотен метров до сотен километров, способных работать как на земле, так и в космосе.

На рис. 8 показан внешний вид некоторых лазерных дальномеров и их технические характеристики. Использование современной элементной базы (лазерных компонентов, фотоприемников) позволило существенно уменьшить весо-габаритные параметры, увеличить их дальность действия, освоить безопасный для глаз диапазон длин волн, обеспечить потребности в данных изделиях сухопутные войска, включая бронетанковую технику, подразделения ПВО, космические аппараты.

Большой вклад в создание лазерных передатчиков внесен Институтом физики НАН Беларуси.

4.5. Оптика для стрелкового вооружения

Данное направление развивается на БелОМО с середины 80-х гг., когда был начат выпуск снайперских прицелов ПСО и прицелов для гранатометов ПГО по российской конструкторской документации. Сегодня усилиями УП «ЛЭМТ» создана широкая номенклатура (свыше 50 наименований) прицелов, охватывающая все известные типы прицелов: лазерные, коллиматорные, телескопические, ночного видения.

Создание в последние годы тепловизионных и «интеллектуальных» прицелов (см. рис. 9) не только обеспечивает круглосуточное ведение стрельбы и снижает влияние человеческого фактора, но и открывает возможность построения робототехнических боевых комплексов.

Оптические прицелы обладают хорошим экспортным потенциалом (ежегодно десятки миллионов долларов). БелОМО решена проблема оснащения оптическими прицелами силовых Министерств республики, что позволило полностью отказаться от импорта подобных изделий.

4.6. Лазерная медицинская техника

Данным направлением успешно занимаются Институт физики НАН Беларуси, УП «ЛЭМТ» БелОМО, НИИ ПФП, частные предприятия «Соляр-ЛС», «Линлайн», «Фотек», «Люзар». В табл. приведены основные типы лазерной медицинской аппаратуры, производимых в Беларуси.

4.7. Другие оптические приборы

Среди других направлений оптического приборостроения, развитого в нашей республике, можно назвать нижеследующие.

Институтом физики НАН Беларуси успешно развивается лазерное зондирование атмосферы

Разработанные и изготовленные под руководством А.П. Иванова и А.П. Чайковского уникальные лазерно-оптические комплексы эффективно используются не только для решения экологических задач нашей страны, но и широко используются в международных проектах.

Для обеспечения развития нанотехнологий широкое применение нашли атомные микроскопы, разработанные под руководством С.А. Чижика (Институт тепло- и массообмена), в которых используются лазерно-оптические модули БелОМО.

Успешно развиваются в республике лазерные технологии обработки материалов, ведущим научным центром в этом направлении является Физико-технический институт НАН Беларуси. Лазерное оборудование частных предприятий «Лотис» и «Соляр-ЛС» широко экспортируется в США и Японию.

5. Перспективы развития оптического приборостроения

Приведенные в п. 4 примеры созданных в Беларуси лазерно-оптических приборов подтверждают ее высокий научно-технический потенциал в области оптического приборостроения, могут являться предметом гордости любой высоко развитой страны.

Наличие в Республике мощных конструкторских и научно-исследовательских организаций, сохраненные и частично модернизированные производственные мощности, приобретенный опыт маркетинговой и внешнеторговой деятельности, высокая степень замкнутости нашей оптической подотрасли (у нас производятся ряд оптических материалов, технологическое оборудование для изготовления оптических деталей, широкая номенклатура оптических изделий) создают предпосылки успешной работы оптических предприятий и в будущем.

Вместе с тем, потенциал оптического приборостроения нашей страны далеко не исчерпан. Так, лазерно-оптическая отрасль хотя и включена в число валообразующих, но ее вклад в ВВП невелик и по своим объемам она заметно уступает другим промышленным подотраслям, например машиностроению. Доля Беларуси в мировом оптическом рынке находится в пределах 0,5...1,0 %, что с учетом численности населения нашей страны является неплохим результатом, но намного уступает тракторостроению и автомобилестроению, которые имеют сегмент мирового рынка не ниже 10 %.

	ДЛ-20	Лотос	Оса	Зенит-30	Зенит-40	«Мушкет»
Максимальная измеряемая дальность, м	20 000	10 000	15 000	30 000	40 000	1000
Точность измерения, м	± 3					±0,3 / 1
Длина волны излучения, мкм	1,064	1,064	1,57	1,064	1,064	0,905
Энергия лазерного излучения, мДж, не менее	40	40	50	100	250	–
Частота измерений дальности, Гц	0,2	1...5	1...12,5	1...12,5	0,2	–
Напряжение питания, В	12 (9...15)	24 (18...32)				6
Габаритные размеры, мм, не более	240×130×60	325×170×115	284×142×150	432×202×198	440×255×140	109×76×46
Масса, кг, не более	3,4	5,6	6,3	17,0	10,0	0,35
Диапазон рабочих температур, °С	–30...+55					
Интерфейс	RS-422					RS-485
Система охлаждения	–	–	–	Жидкостная	–	–



Рис. 8. Модельный ряд лазерных дальномерных модулей

а

Видимое увеличение	3,0 крат
Угловое поле зрения	10 угл. град.
Удаление выходного зрачка	50 мм
Диапазон измеряемых дальностей	от 20 до 1000 м
Дальность стрельбы в ночное время	до 250 м
Погрешность измерения расстояний	не более ± 2 м
Габаритные размеры	182×97×83 мм
Масса	1,5 кг
Диапазон рабочих температур	– 30...+ 50 °С



б

Детектор	Неохлаждаемый микроболометр
Формат матрицы	320×240
Спектральный диапазон	8 ... 13,5 мкм
Дальность обнаружения	до 1000 м
Термочувствительность	0.1 К
Фокусное расстояние объектива	50 мм *
Угловое поле зрения	14°
Телевизионный окуляр	Цветной OLED микродисплей 800×600 пикселей
Чувствительность NEdT	< 85 мК при f/1.6
Управление изображением	2-кратное цифровое увеличение
Возможность внешнего управления	Интерфейс RS232
Питание	5 аккумуляторов типа AAA
Прицельная марка	Перекрестие, с возможностью выверки
Диапазон рабочих температур	–20...+ 55°С

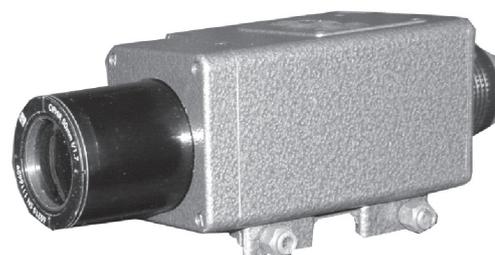


Рис. 9. Новое поколение прицелов для стрелкового оружия:

а — телевизионный прицел-дальномер «Аметист»; б — прицел тепловизионный TV/S-1

Рассмотрим некоторые пути повышения эффективности оптико-механической промышленности.

1. Для модернизации производства и внедрения новых технологий необходимо более широкое привлечение инвестиций, а также привлечение крупного частного бизнеса. Интересная деталь: в данной области работает свыше 30 малых частных предприятий, которые, несмотря на кризис, обеспечены заказами, преимущественно экспортными. Остро ощущается отсутствие в Республике таких оптических технологических процессов, как прессованная асферика, оптические покрытия с предельной лучевой прочностью, лазерные кристаллы.

2. Для наращивания экспорта и сокращения сроков внедрения результатов необходимо более широкое вовлечение академических и вузовских ученых в производственную деятельность. Хорошим примером могут служить созданные при академических институтах малые внедренческие предприятия («Люзар» при Институте физики, «Феррит» при Институте физики твердого тела и полупроводников НАН Беларуси и др.). Однако необходимо придать этому подходу массовый характер: например, в Китае при небольших институтах таких предприятий десятки. Это позволит не только сократить время от научной разработки до коммерческого продукта, облегчит продажу интеллектуального продукта, но и решит проблему обеспечения наиболее активных и эффективных ученых достойной зарплатой. При этом функционирование подобных предприятий на лабораторных площадях, использование институтской интеллектуальной собственности не должно рассматриваться как криминальные действия.

3. Для наращивания экспорта чрезвычайно важно уравнивать условия хозяйствования с нашими основными конкурентами. Особенно трудно конкурировать с китайскими производителями.

Причем речь не идет о представлении преференций одному или нескольким предприятиям, а о стимулировании и поддержке производства high-tech-продукции, в частности лазерно-оптических приборов.

Одной из форм поддержки может быть создание Парка передовых технологий по аналогии с Парком высоких технологий, специализирующегося в области программирования. Тем более, что созданный несколько лет назад ПВТ сумел в сжатые сроки доказать свою состоятельность и достичь объемов, превышающих 300 млн. долларов.

Заключение

Республика Беларусь получила после распада Советского Союза высокоразвитую оптико-механическую промышленность. За годы независимости Беларуси, совпавшие с многочисленными проблемами (конверсия, отсутствие госзаказа, необходимость выхода на мировые рынки), данная отрасль доказала свою конкурентоспособность и по сравнению с аналогичными предприятиями России и Украины сумела не только сохранить свой потенциал, но и создать принципиально новые виды продукции, найти свои ниши на мировых рынках.

Лазерно-оптическая продукция принесла Республике известность и закрепила за ней имидж страны, владеющей и развивающей высокие технологии.

Вместе с тем, имея наиболее сильный научно-инженерный кадровый состав, в т. ч. наибольшее количество докторов наук, член-корреспондентов и академиков, оптическая подотрасль не находится на ведущих ролях в промышленном производстве и экспорте нашей Республики.

Для реализации в полной мере своего потенциала оптическая отрасль при поддержке Государства должна объединить свои усилия, сконцентрировав их на повышение наукоемкости ВВП, увеличение объемов производства и экспорта своей продукции.

Таблица

Лазерные медицинские установки, производимые в РБ

Модель	Тип лазера	Назначение	Производитель
Аппарат лазерный диодный Diolas 810	Полупроводниковый (длина волны 810 нм)	1. Общая и эндоскопическая хирургия 2. Онкология 3. Дерматология и косметология 4. Гнойная хирургия	УП «ЛЭМТ»
Аппарат лазерный диодный Diolas 940	Полупроводниковый (длина волны 940 нм)	1. Эндоскопическая хирургия, нейрохирургия и общая хирургия 2. Стоматология, флебология 3. Отоларингология 4. Дерматология и косметология 5. Гинекология	

Окончание табл.

Модель	Тип лазера	Назначение	Производитель
Лазерный хирургический аппарат «Пульсар»	Твердотельный (Nd:YAG длина волны 1064 нм)	1. Общая — «открытая» плановая и неотложная хирургия 2. Нейрохирургия 3. Лапароскопическая хирургия 4. Эндоскопическая остановка кровотечений из желудочно-кишечного тракта 5. Гнойная хирургия 6. Хирургическая отоларингология 7. Онкология: эндоскопические и «открытые» операции, доброкачественные и злокачественные заболевания кожи и слизистых различных локализаций 8. Фтизиохирургия: открытые и эндоскопические операции 9. Урология	УП «ЛЭМТ»
Лазерная стоматологическая установка «Оптима»	Твердотельный: а) Nd:YAG длина волны 1064 нм б) Nd:YAG длина волны 1320 нм в) Er:YAG длина волны 2940 нм	1. Терапевтическая стоматология 2. Челюстно-лицевая хирургия 3. Ортопедическая стоматология	
Устройство полупроводниковое лазерное УПЛ-3.0	Полупроводниковый (длина волны 810 нм)	1. Лечение патологий глазного дна и цилиарного тела	
Устройство полупроводниковое лазерное УПЛ-ФДТ	Полупроводниковый (длина волны 670 нм)	1. Онкология 2. Офтальмология 3. Оториноларингология 4. Хирургия и нейрохирургия 5. Гинекология	
Multiline	Твердотельный: а) Nd:YAP длина волны 540 нм б) RUBY длина волны 694 нм в) ALEX длина волны 755 нм г) Nd:YAP длина волны 1079 нм (лазерный скальпель) д) Nd:YAP длина волны 1340 нм е) Nd:YAP длина волны 1079 нм (лазерный эпилятор) ж) Er:YAG длина волны 2936 нм	1. Эпиляция волос 2. Лечение сосудистых заболеваний 3. Фотоомоложение кожи 4. Лечение гиперпигментации кожи 5. Удаление татуировок 6. Лазерная абляция 7. Лечение рубцов (в т. ч. келоидных) 8. Лазерная коагуляция тканей	ООО «Линлайн медицинские системы»
Аппарат лазерный медицинский «Медиола-Эндо» (ФОТЭК ЛК-50)	Твердотельный: а) Nd:YAG длина волны 1064 нм б) Nd:YAG длина волны 1320 нм в) Er:YAG длина волны 2090 нм	1. Эндоскопия 2. Оториноларингология 3. Амбулаторная хирургия 4. Общая хирургия 5. Флебология 6. Урология 7. Онкология 8. Проктология 9. Акушерство и гинекология	Научно-производственное частное унитарное предприятие «ФОТЭК»
Лазерная система фотодинамической терапии «ПДТ-лазер»	Полупроводниковый (длина волны 660 нм)	Данная лазерная система может применяться в онкологических центрах, клиниках и поликлиниках	Институт физики НАНБ
МУЛ-1	Твердотельный: а) Nd:YAG длина волны 1064 нм б) Nd:YAG длина волны 1320 нм в) Nd:YAG длина волны 1440 нм	1. Рассечение тканей 2. Коагуляция, гемостаз	Институт прикладных физических проблем БГУ
МУЛ-2	Твердотельный а) Nd:YAG длина волны 1064 нм б) Nd:YAG длина волны 532 нм	1. Рассечение тканей 2. Коагуляция, гемостаз 3. Лечение сосудистых патологий	

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ»

Физико-технический институт НАН Беларуси 19–21 октября 2009 г. Провел IV Международную научно-техническую конференцию «Современные методы и технологии создания и обработки материалов», посвященную 80-летию Национальной Академии наук Беларуси.

Судьба Академии наук неразделима с судьбой республики. Основанная 1 января 1929 г. Академия наук Беларуси по праву является ведущей научной организацией страны. Академия наук способствует реализации стратегических задач государства, направленных на развитие науки и обеспечение инновационного и экономического роста страны на международной арене. Академия стала флагманом науки в республике, создав необходимые качественные условия для появления передовых разработок по различным научным дисциплинам. Развитию мировой науки в области фундаментальной и прикладной физики, математики, химии, биологии, наук о Земле,

гуманитарных наук способствовали актуальные новаторские работы белорусских ученых. В процессе деятельности Академии сформирован ряд научных школ, имеющих международное признание. Научная работа в Академии наук на протяжении многих лет является престижной для молодых специалистов.

На современном этапе руководству страны и Национальной академии наук Беларуси удалось сформировать системный стратегический курс развития науки, который ведет к углублению связи науки с производством, расширению сфер применения разработок белорусских ученых в экономике страны.

Физико-технический институт ровесник Национальной академии наук Беларуси, основанный в 1931 г., прошел большой творческий путь становления и развития и в настоящее время является ведущим научным центром в республике в области материаловедения и обработки материалов, подготовки научных кадров.

Ученые института внесли большой вклад в разработку ряда фундаментальных и прикладных проблем пластического формообразования, научных основ теории литейных и термодинамики обратимых и необратимых процессов, теории, общей структуры и классификации процессов формообразования, научных основ технологий синтеза высококачественных диэлектриков, мето-



дов их контроля, создания композиционных материалов.

Промышленностью республики и других стран СНГ освоены разработанные институтом высокоэффективные ресурсо- и энергосберегающие технологии, оборудование и материалы — автоматизированные комплексы поперечно-клиновой прокатки, технология и полуавтоматическая линия для обработки малолистовых рессор, лазерные комплексы для термической обработки, резки и сварки материалов, технологии и оборудование для импульсной и магнитной обработки, технологии получения многослойных композиций и синтеза термодинамически стабильных материалов для микроэлектроники, безникелевые высокопрочные чугуны, броневые, литые эвтектические и антифрикционные алюминийграфитовые материалы.

Институт активно сотрудничает с другими научными учреждениями и высшими учебными заведениями Беларуси и зарубежных стран.

Достижения ученых института обобщены в многочисленных научных работах и фундаментальных монографиях, отмечены Государственной премией СССР и 9 Государственными премиями



БССР в области науки и техники, дипломами и медалями международных ярмарок и выставок, ВДНХ СССР и ВДНХ БССР.

В институте сформировались широко известные в Беларуси и в странах ближнего и дальнего зарубежья научные школы, сложились и активно работают творческие коллективы ученых, известных специалистов в области материаловедения и обработки материалов.

Из стен института вышло 20 академиков Национальной академии наук и 8 членов-корреспондентов.

В конференции участвовало 45 научных организаций из Беларуси, РФ, Украины, Китая, Нигерии. Всего 146 участников, сделано 168 докладов, которые опубликованы в трех книгах.



ПАТЕНТУЕМ САМИ

(Продолжение. Начало см. №№ 38, 39, 42)

Павлович А.Э.

В предыдущих номерах журнала №№ 38, 39 и 42 на конкретном примере усовершенствования простого устройства был показан процесс оформления заявочных материалов на патентования конструкции спортивного снаряда.

Заявочные материалы (сокращенно «заявка») на патентование полезной модели (в 2 экз.) или изобретения (в 3 экз.) должны содержать минимум документов (заявление, описание, формула, реферат, графические материалы при необходимости), достаточных для принятия их к рассмотрению в Государственное учреждение «Национальный центр интеллектуальной собственности» Государственного Комитета по науке и технологиям при Совете Министров Республики Беларусь (сокращенно НЦИС). Копии платежных документов, подтверждающих оплату пошлин за подачу заявки, могут предоставляться не позднее 2 месяцев с даты подачи заявки. Такая дата штампом проставляется на расписке, выдаваемой НЦИС.

На рис. 1, *a* изображена схема процесса прохождения заявки с даты ее подачи на патентование полезной модели, а на рис. 1, *б* — аналогичного процесса патентования на изобретение. Их отличие — в том, что экспертиза по существу для полезной модели не проводится, в то время как для изобретения заявителю нужно ходатайствовать (позиция 2б по схеме *б*) с подтверждением оплаты соответствующей пошлины о проведении такой экспертизы. Данное ходатайство можно подавать в течение 3 лет со дня подачи заявки на патентование (позиция 1 по схеме *б*). Обязательно через 18 месяцев происходит публикация сведений о заявке на изобретение (позиция 2в по схеме *б*).

Правовая охрана для полезной модели начинается с даты публикации патента (позиция 5 по схеме *a*) и действует до даты прекращения его действия (позиция 8 по схеме *a*).

Правовая охрана же для изобретений состоит из двух стадий: временной правовой охраны, действующей от даты публикаций сведений о заявке

(позиция 2в по схеме *б*), до даты публикации патента (позиция 5 по схеме *б*); и основной правовой охраны, которая начинается с даты публикации патента (позиция 5 по схеме *б*) и действует до даты прекращения его действия (позиция 8 по схеме *б*).

Предъявлять претензии нарушителям патента, в том числе путем подачи судебного иска, можно только в отношении действующего патента.

Если годовая пошлина за поддержание в силе патента (позиция 7 по схемам *a* и *б*) не будет оплачена вовремя, то правовая охрана его прекратится. Она может возобновиться в этом случае только после оплаты очередной годовой пошлины. При этом все лица, которые использовали техническое решение по патенту в период его недействия, обладают правом «последпользования», разрешающим владельцу патента в дальнейшем использовать запатентованное техническое решение без согласия владельца патента и без расширения производства изделий, основанных на таком патенте.

Владелец действующего патента на изобретение вправе предъявлять претензии, если нарушение его патента произошло не только в период его основной правовой охраны (позиции 5–8 по схеме *б*), но и в более ранний период его временной правовой охраны (позиции 2в–5 по схеме *б*).

Нарушение патента определяется фактом использования полезной модели или изобретения без согласия патентовладельца в определенном продукте. При этом согласно пп.1 и 2 закона Республики Беларусь «О патентах на изобретения, полезные модели, промышленные образцы» № 160-З от 16 декабря 2002 г., продукт признается изготовленным с применением запатентованной полезной модели, если в нем использован каждый признак полезной модели или изобретения, включенный в независимый пункт формулы, или признак, эквивалентный ему (о том, из чего состоит формула и как она составляется, см. публикации в №№ 38, 39 и 42 нашего журнала).

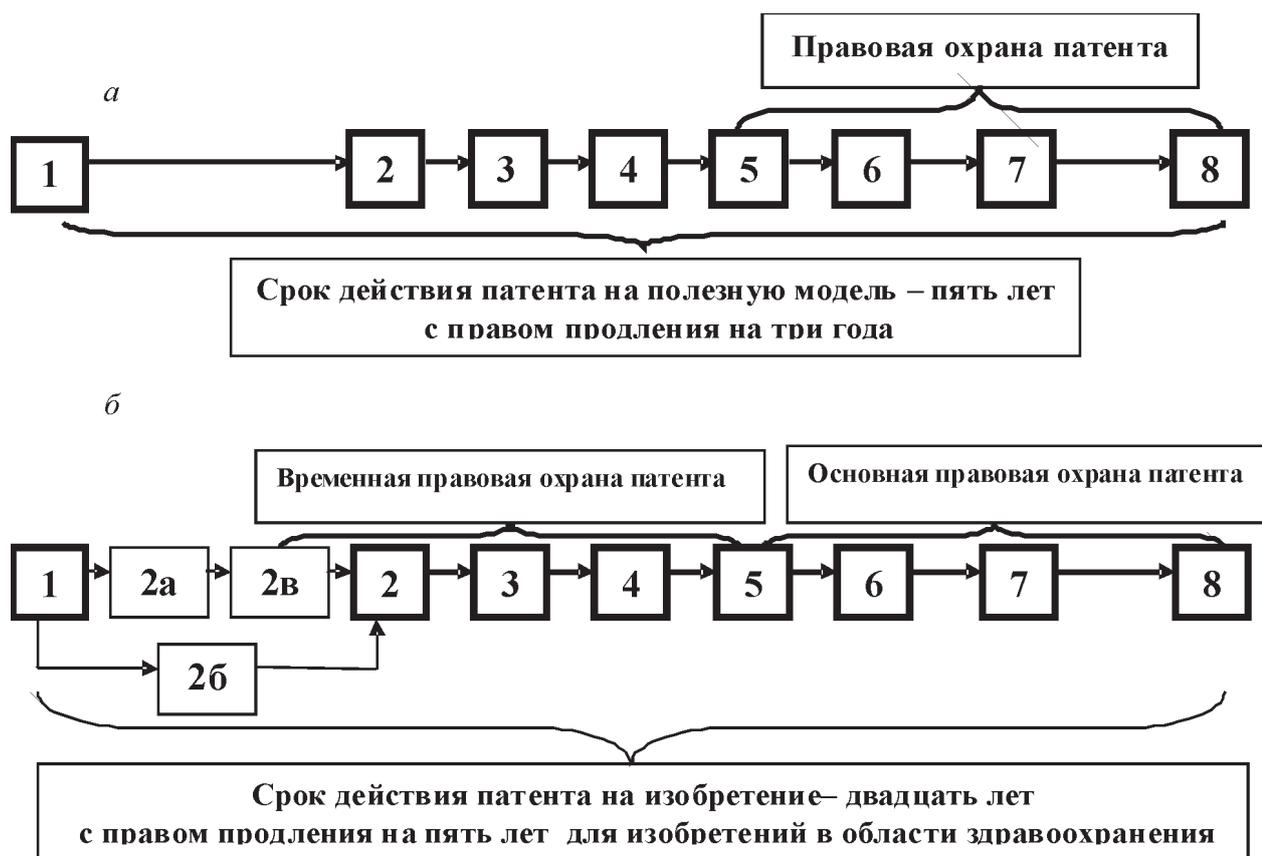


Рис. 1. Схема процесса патентования:
а — полезной модели; б — изобретения:

1 — подача заявки и оплата за это пошлины; 2 — вынесение решения о патентовании;
2а — уведомление о прохождении формальной экспертизы; 2б — ходатайство заявителя о проведении экспертизы по существу; 2в — публикация заявки; 3 — оплата пошлины за регистрацию и публикацию патента; 4 — регистрация патента; 5 — публикация патента; 6 — получение патента;
7 — оплата годовых пошлин за поддержание в силе патента; 8 — прекращение действия патента

В следующем номере будет приведен пример оформления заявочных материалов на патентование промышленного образца (дизайна продукции) и будет разъяснена процедура государственной экспертизы этих материалов и правовой охраны патента.

Ждем ваших писем, уважаемые читатели, с вопросами по затронутой тематике рубрики «Патентуем сами», а также продолжаем конкурс ответов на задачу, опубликованную в номере 42 нашего журнала. Оригинальные призы ждут победителей.

ИНЖЕНЕРАМ-КОРАБЕЛАМ БЫТЬ, ИХ КОРАБЛЯМ ПО МОРЮ ПЛЫТЬ

Качанов И.В., Павлович А.Э.

Белорусский национальный технический университет

Общеизвестно, что между странами Средиземноморского и Черноморского бассейнов и Северо-Западной Европой уже в эпоху третьего – второго тысячелетия до нашей эры активно развивались торговые связи и действовал надежный транспортный коридор, соединяющий Средиземное, Черное, Балтийское и Северное моря. Такой транспортной артерией являлся водно-речной путь, который проходил и по территории сегодняшней Беларуси.

В своем докладе [1] наш земляк, известный писатель Николай Чергинец, выступая еще десять лет назад на 54-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН в Нью-Йорке относительно Конвенции ООН по морскому праву, указал на необходимость восстановления такого транспортного пути и отметил, что «в соответствии с разделом X Конвенции, государства, не имеющие выхода к морю, должны так же, как и прибрежные государства, иметь равные права на доступ к открытому морю и, таким образом, к общему морскому наследию человечества. Актуальность этого вопроса для Беларуси, внутриконтинентального государства, является исключительной. А создание водной транспортной артерии, включающей белорусские реки, соединяющей Средиземное, Черное, Балтийское и Северное моря, для нашего государства — первоочередная необходимость. Идея создания речной транспортной артерии, соединяющей Средиземное, Черное, Балтийское и Северное моря, является исключительно актуальной и перспективной для народнохозяйственного комплекса Беларуси, а ее реализация обеспечит весомые экономические и политические выгоды нашей стране. Не вызывает сомнения тот факт, что экономический эффект от осуществления проекта будет значительным, несмотря на большие затраты на первоначальном этапе проведения исследовательских и строительных работ».

В связи с этим сухопутной державе, не имеющей выхода к морю, нужен и свой морской флот, тем более, что в правовом поле уже действует Кодекс торгового мореплавания [2] наряду с Кодексом внутреннего водного транспорта [3].

Как отметил в своем интервью [4] начальник управления морского и речного транспорта Минтранса Республики Беларусь Бронислав Говоровский:

«С участием морского транспорта ежегодно перевозится до 20 млн. т белорусских внешнеторговых грузов: калийные и азотные удобрения, нефтепродукты, металл, колесная техника, шины, сахар и многое другое. В Беларуси сформирована стабильная и значительная по объемам грузовая база. Из года в год она сохраняется, и даже понемногу нарастает. Основную долю составляют белорусские грузы, имеющие экспортную направленность, что обуславливает экономическую целесообразность создания собственного морского торгового флота.

Его наличие выгодно, в первую очередь, грузовладельцу. Имея собственное судно и оперируя им, он зарабатывает не только на продаже



своей продукции, но и на ее доставке. Сегодня эти огромные средства уходят к кому-то другому. Недаром один из американских президентов, когда создавал свой флот, сказал: «Деньги, отданные иностранному перевозчику, — это деньги, выброшенные в море». И это верно, я считаю. Ведь организации-экспортеры вкладывают огромные средства в транспортировку своей продукции — порой транспортные затраты составляют около 30–40 % от стоимости товара. Шахтеры, металлурги прилагают гигантские усилия для снижения затрат на производство своей продукции, после чего стоимость ее оказывается почти соизмеримой с транспортными расходами. Так почему же нам не забрать и эту работу себе? Ведь тогда и наши люди будут работать, и мы сможем получать прибыль от транспортировки. Судходный бизнес — очень выгодный, и он активно развивается во всем мире. Рентабельность его иногда доходит до 40–50 %, и мы обязательно должны это использовать».

Он также информировал, что «Создание морфлота осуществляется в три этапа: наращивание морских перевозок зафрахтованными судами; аренда судов сначала с экипажем (тайм-чартер), а потом без экипажа (бербоут-чартер); создание или приобретение собственных судов».

Наиболее перспективным направлением является создание собственных судов.

Некоторый опыт строительства, правда малых, речных судов у нас в стране есть. С исторических времен всегда развивалось речное судоходство. В настоящее время в республике осуществляется судоходство по 5–6 основным рекам Беларуси: Припять, Буг, Днепр, Неман, Сож, Западная Двина и т. д. Имеется судоходный Днепро-Бугский канал с системой шлюзов; 10 речных портов; 4 судостроительных и судоремонтных заводов (ССРЗ); в каждой области участки технической эксплуатации водного транспорта.

До 2004 года в республике велась подготовка только специалистов-корабелов среднетехнической квалификации в училище и в колледже Гомеля и Светлогорска и не велась целенаправленная подготовка специалистов высшей квалификации по специальности 1-37 03 02 «Кораблестроение и техническая эксплуатация водного транспорта» (инженеров, магистров и т. д.). Поэтому предприятия речного транспорта нашей страны до сих пор укомплектованы, как правило, непрофильными специалистами (в лучшем случае инженерами-гидротехниками или инженерами-строителями).

Подготовку профильных кадров высшей квалификации намечали проводить в Калининграде и Санкт-Петербурге, как наиболее географически близко расположенных, за валютные средства, что экономически неоправданно.

Вышеизложенное объективно потребовало создания системы подготовки кадров высшей квалификации в области водного транспорта. При этом специалисты в области водного транспорта должны обладать необходимым объемом знаний по современному проектированию, конструированию, эксплуатации и ремонту судов. Руководители предприятий водного транспорта должны знать теоретические основы организации судостроительного производства и технической эксплуатации водного транспорта, а также методы обоснования принимаемых ими технических и хозяйственных решений.

С 2004 г. и по настоящее время на кафедре гидравлики Белорусского национального технического университета (БНТУ) ведется подготовка специалистов на 1-ой ступени высшего образования по специальности 1-37 03 02 «Кораблестроение и техническая эксплуатация водного транспорта». В процессе обучения студенты получают не только инженерные, но и научно-исследовательские навыки работы, что является достаточным потенциалом для обучения на второй ступени высшего образования (магистратура). Потребность республики в кадрах высшей квалификации по данной специальности составляет в среднем 15–20 человек в год по очной и заочной форме обучения.

Для подготовки инженеров-корабелов и магистров на современном научном и научно-методическом уровне на кафедре гидравлики БНТУ имеются необходимые материально-техническая база, научно-информационный банк данных, преподавание ведут высококвалифицированные преподаватели (1 д.т.н и 5 к.т.н.). Кафедра оснащена компьютерной техникой и современным оборудованием. Разработана учебно-методическая документация, в том числе электронные учебно-методические и учебно-исследовательские пособия.

Уже состоялся первый выпуск 23-х белорусских инженеров-корабелов. При разработке реальной тематики дипломного проектирования кафедра учитывала как запросы и пожелания предприятий отрасли, так и сама выходила с предложениями, по которым имелись наработки и заделы у преподавателей. Практически каждый проект содержал специальную часть, связанную с разработкой технологической

либо конструкторской задачи (система автоматического управления судном, разработка конструкции ластового движителя, разработка технологии гидроабразивной очистки судовых поверхностей от коррозии, плавсредство для производственной практики и др.), а также традиционные расчеты по охране труда, экологии судоходства и по экономике.

В состав Государственной экзаменационной комиссии входили как преподаватели кафедры, так и представители отрасли. Председателем Государственной комиссии в 2008/09 учебном году был утвержден зам. начальника Управления морского и речного транспорта Минтранса Республики Беларусь Чернобылец А.Н. Активное участие в работе этой комиссии принял ведущий специалист по кораблестроению в Республике Беларусь, директор РУП «Пинский ССРЗ» Бруцкий В.П.

Такой высокий состав Государственной экзаменационной комиссии несомненно повысил ответственность дипломников перед защитой своих проектов и явился дополнительным стимулирующим фактором для эффективного решения тех конкретных задач, которые поставило производство перед первым выпуском инженеров-корабелов после окончания БНТУ.

Следует отметить, что они успешно защитили свои дипломные проекты с оригинальными и вполне осуществимыми техническими решениями.

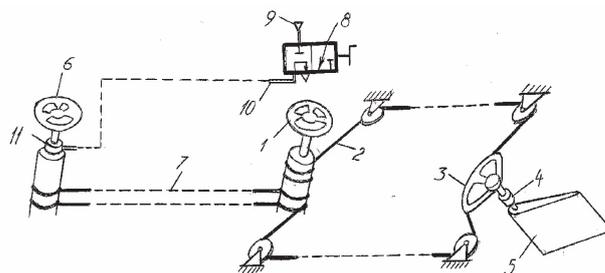
Например, Денис Ярошевич в своем дипломном проекте «Теплоход для студенческой плавпрактики с резервной системой дистанционного пневматического управления» представил реальные предложения по оптимизации вместимости и скорости такого судна и разработал патентоспособную систему его дистанционного управления (см. нижеприведенный рисунок) с необходимым обоснованием и расчетами.

При этом, в разработанной конструкции дипломника расположение основного и дополнительного поста управления судном обеспечивает

хороший обзор, а рулевое устройство уверенное маневрирование на всех режимах движения теплохода в любых условиях обстановки. Также предусмотрено рулевое (6) управление судном студентами, с контролем и корректированием их действий на основе команд инструктора-капитана.

Например, по команде «Право (лево) руля» студент-рулевой обязан переложить руль на установленное число градусов (для данного корабля) в указанную сторону и доложить: «Руль право (лево) столько-то». В процессе выполнения поворота рулевой докладывает через каждые 10° новые значения курса. Эта команда подается при выполнении обычных поворотов на новый курс и совместном маневрировании с однотипными кораблями. При этом инструктор через свой штурвал (1) в любой момент может вмешаться в действия студента и даже отключить его штурвал (6) при помощи пневмоуправления через кран (8) и муфту (11).

В заключение нашей статьи также даём команду «Так держать» и пожелаем счастливого плавания первым нашим инженерам-корабелам и их построенным в будущем кораблям.



Принципиальная схема дистанционного дублированного управления теплоходом:

- 1 — штурвал инструктора; 2 — система основных штуртросов; 3 — румель; 4 — баллерный узел;
5 — перо руля; 6 — штурвал студента;
7 — система дополнительных штуртросов;
8 — тормозной кран; 9 — входной трубопровод от источника сжатого воздуха; 10 — выходной трубопровод; 11 — пневмомуфта

Источники информации:

1. Н. Чергинец. Может ли Беларусь стать морской державой? [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sb.by/post/26864/>. — Дата доступа 7.12.09
2. Кодекс торгового мореплавания Республики Беларусь № 312-3 от 15.11.99.
3. Кодекс внутреннего водного транспорта Республики Беларусь № 118-3 от 24.06.02.
4. Белорусский морской флот: выгоды на поверхности [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.belarustime.ru/information/interview/ac86b5dc497308f0.html>. — Дата доступа 7.12.09.

НАШ ОТВЕТ ЧЕМБЕРЛЕНУ, ИЛИ СТРАТЕГИЧЕСКАЯ АВИАЦИЯ СССР

Клеванец Ю. В.

(Продолжение. Начало см. в № 44)

Работы КБ А. Н. Туполева

Андрей Николаевич Туполев, патриарх советского самолетостроения, человек многосторонне одаренный и образованный, обладатель сложного и в чем-то противоречивого характера, прослыл после войны «консерватором» из-за того, что не просто не принимал некоторые новшества (гермокабины и бустеры, например), но и изощрялся в сарказме по поводу тех конструкторов, которые их применяли. Впрочем, гермокабиной ему волей-неволей пришлось заняться при копировании Б-29, а от бустеров он отрекся еще с десяток лет.

Стратегический бомбардировщик Ту-85

Копия под названием Ту-4 пошла в производство в 1947 году, а в это время КБ уже занималось его модификацией. Сперва заменили неудобное сферическое остекление кабины пилотов на привычный для них «kozyрек», затем двигателисты разработали более мощные моторы и применили их. Американскую противообледенительную систему, представляющую собой надувные резиновые протекторы, надетые на носки крыла и киля, заменили на подогрев носков горячим воздухом. Применили систему дозаправки топливом в полете. Под занавес эры поршневого самолетостроения в 1950 году был окончен постройкой советский ответ бомбовозу Б-36, получивший индекс Ту-85.

На Ту-85 стояли двигатели КБ Добрынина ВД-4К, по-видимому, наивысшее достижение советского поршневого моторостроения. Это 24-цилиндровый мотор водяного охлаждения, оснащенный, как и его американские аналоги с Б-36 и Б-50, турбонаддувом, нагнетателем с приводом от вала двигателя и реактивными соплами на выпускных патрубках. Кроме этого, ВД-4К оснащался системой непосредственного впрыска топлива в цилиндры конструкции КБ С.А. Косберга

(о нем см. «Инженер-Механик № 3/2007»). Все это позволило достичь взлетной мощности в 4300 л. с. Расход топлива в полете был 165 г/л.с.час. Предусматривалась также установка еще более мощных двигателей КБ Шевцова (4700 л. с.). Применение таких моторов дало возможность оптимизировать самолет по сравнению с американским конкурентом Б-36.

Интересно, что в современной литературе нет единого мнения насчет того, какие были двигатели на Ту-85 по форме расположения цилиндров — рядные или звездообразные. И это несмотря на то, все дело происходило отнюдь не в Америке, не смотря на то, что еще живы проектанты и двигателей, и самолета, вся конструкция давно не представляет секрета, и т. д. Автор этой статьи может лишь предположить, что ВД-4К был, скорее всего, 4-рядным Х-образным или Н-образным, а двигатель Шевцова был, опять же, скорее всего, звездообразным. Все сказанное здесь — иллюстрация к вопросу, насколько достойны доверия современные технические издания.

Но вернемся к процессу оптимизации самолета.

Во-первых, уменьшилось количество двигателей с 6 до 4, что снизило массу самолета в целом. Исходя из этого, во-вторых, можно было уменьшить габаритные размеры и площади сечений несущих элементов. В-третьих, перед советскими



ВВС никогда не ставилась задача нести «свои ценности» по всему миру, главное — достижение целей в США, т. е. радиус действия можно было снизить на полторы тысячи километров по сравнению с самолетом-конкурентом.

Аэродинамика в СССР, в отличие от Запада, в значительной мере «фирменная» наука. НАКА (затем НАСА), РАЕ и Геттинген славны своими альбомами и атласами крыльевых профилей, которые можно применять на разных машинах в зависимости от предпочтений конструктора конкретного самолета. ЦАГИ же, в отличие от иностранных коллег-конкурентов, фактически занимался тем, что «подгонял» крыльевые профили под конкретные конструкции. Так, специально для самолета «85» были разработаны профили ЦАГИ С-3 и ЦАГИ С-5. С ними самолет получил «планерное» аэродинамическое качество.

В результате пошагового решения задачи оптимизации получился бомбардировщик, пожалуй, являющийся образцом для создания авиационных конструкций мирового уровня. Все его ТТХ, за исключением дальности, соответствовали Б-36. Даже скорость была примерно такой же (638 км/ч), несмотря на отсутствие дополнительных реактивных двигателей. Масса была меньше примерно в 1,6 раза. Крыло имело более тонкий профиль, чем у американского конкурента, что потребовало введение кессонной конструкции. В виде панелей использовались подформованные и фрезерованные дюралевые листы толщиной 10 мм. Надо заметить, что кессоны туполевцы опробовали еще при производстве фронтового Ту-2. Тонкое крыло было лучше тем, что «не боялось» обдува от винтов, поэтому двигатели расположились традиционно перед крылом, что, в свою очередь, позволило применить мощную посадочную механизацию. Соответственно для Ту-85 не нужно было строить специальные полосы (пробег 1500 м, разбег 1640 м — меньше, чем у Ту-4 и Б-29). «Консерватор» Туполев был тонким знатоком аэродинамики и строительной механики, имел огромный опыт по части компоновки. Он упрятал внутрь фюзеляжа и крыла все, что мешало образованию гладких поверхностей — водяные радиаторы, антенны, пушечные башни (последние в бою должны были выдвигаться специальными гидроприводами). Даже запас кислорода для дыхания экипажа хранился на борту в сжиженном виде в сосудах Дьюара, а не в баллонах, что сэкономило 140 кг массы.

Заметим: на тяжелых боевых самолетах, несмотря на герметичные кабины, внутреннее давление

выставляется не в том же объеме, как, например, на пассажирских самолетах, а несколько ниже — из условия боевой живучести. Лучше возить с собой запас кислорода, чем опасаться, что при любом простреле кабина лопнет, как воздушный шарик.

Новинка по части электроники — обзорная РЛС, совмещенная с прицелом, почти что прицельно-навигационный комплекс.

Бомбоотсек позволял брать нагрузку в 20 т. Дальность с нагрузкой в 5 т достигала 12 тыс. км.

Самолет защищался 4 двухпушечными башнями: по 2 сверху и снизу фюзеляжа и плюс 2-пушечная кормовая установка.

Были также предусмотрены места для отдыха сменного экипажа при особо длительных полетах. Экипаж нормальный — 8–11 человек, в особо дальних полетах — 16 человек.

Первый полет Ту-85 совершил в начале 1951 года. Пока шли испытания, началась война в Корее. По результатам воздушных боев советское командование пришло к мысли, совершенно противоположной мнению генерала Ванденберга, приведенному в предыдущей главе. Мысль эта выражалась просто: у поршневого самолета перспектив в современной войне нет. Мнение командования ВВС было доведено до Сталина, и все работы по Ту-85 немедленно прекратились (всего построено 2 машины), силы КБ сосредоточились на Ту-95.

Стратегический бомбардировщик Ту-95

Исследования по новому бомбовозу велись в КБ Туполева параллельно работам над Ту-85. Уже первые расчеты и наброски показали, что межконтинентальной дальности с любыми, имеющимися в СССР серийными и опытными турбореактивными двигателями, не достичь. Поэтому в силу необходимости взялись за турбовинтовые моторы. Самыми мощными из таковых в тот момент были ТВ-2Ф КБ Кузнецова мощностью 6250 л. с. Для стратегического бомбардировщика требовалось 8 таких двигателей.

Далее «консервативный» Туполев делает то, что никто не делал (что-то похожее было на фирме «Боинг» при проработке проекта Б-52, но этот вариант был там забракован). Во-первых, моторы объединили попарно в 4 длинных гондолах, гондолы разместили на крыле.

Во-вторых, крыло сделали стреловидным, относительно тонким.

В-третьих, каждый двигатель самостоятельно вращал свой 4-лопастный винт через отдельный редуктор (нечто подобное было, например, на итальянском рекордном «Макки» 1930-х годов, а

также на послевоенных английских «Сифэне» и «Спайтфуле», но только гораздо проще).

3 этих момента определили архитектуру будущего самолета. К тому времени подоспело постановление правительства о начале разработки (июль 1951 года.). Работы сразу же были переведены в авральный режим. Уже в сентябре 1951 года был готов эскизный проект самолета в 2 вариантах: Ту-95-1 с 8 двигателями ТВ-2Ф, Ту-95-2 — с 4 двигателями ТВ-12 вдвое большей мощности, которые только разрабатывались в КБ Кузнецова.

Необходимое пояснение. За основу для советских турбовинтовых двигателей были взяты немецкие разработки. Так, ТВ-2 КБ Кузнецова в 5 тыс. л. с. повторял мотор фирмы Юнкерса ЮМО-022, ТВ-2Ф был форсирован до 6250 л. с. Добротная немецкая конструкция выдержала дополнительную нагрузку, ресурс остался в приемлемых границах. Зато на ТВ-12 с удвоенной мощностью разработчики тут же получили проблему с ресурсом. Так что туполевцы за основу по необходимости должны были выбрать вариант Ту-95-1.

На этом пока прервем рассказ о создании бомбардировщика и опишем его конструкцию.

Особенности конструкции

Винты нового самолета, невиданные до того в истории авиации (диаметр 6 м), проектировало отдельное КБ под руководством К. И. Жданова. Несколько даже неожиданно для разработчиков на соосных винтах двигателей ТВ-2Ф был получен очень высокий КПД: 76–82 %. Поэтому было решено оставить их и для варианта с двигателями ТВ-12.

Примечание. В полете на больших скоростях воздушные винты первыми входят в область сверхзвукового обтекания. Вследствие этого их КПД резко падает. В 1930-х годах были даже такие ученые-аэродинамики, которые доказывали на основании своих опытов, что получение сверхзвуковой скорости на самолете в принципе невозможно.

Соосная конструкция винтов единственно давала надежду на достижение высокой скорости для самолета с турбовинтовыми двигателями. Однако чем дальше продвигался проект Ту-95, тем громче был хор скептиков и сомневающихся. Туполев, по воспоминаниям одного из его замов Б. А. Саукке, заставил их замолчать конгениально, в бендеровском духе: собрав всех в своем кабинете, взял и позвонил Сталину. «Товарищ Сталин, тут сомневаются некоторые...».

Скептики моментально превратились в оптимистов.



Стратегический бомбардировщик Ту-95

Испытания натуральных образцов винтомоторной установки блестяще подтвердили правоту Туполева.

Крыло самолета, начиная от крайних мотогондол, проектировалось «гибким», как и на американских самолетах-аналогах. На консолях применялась «геометрическая крутка» (разные углы установки профиля), сами консоли имели большое удлинение. В верхних панелях крыла серийных бомбардировщиков применялся алюминиевый сплав повышенной прочности В-95.

Аэродинамическое качество самолета достигало 17 единиц.

Фюзеляж максимально повторял Ту-85, правда, теперь на самолете разместили 2 изолированные кабины: передняя для 2 летчиков, штурмана, бомбардира и борттехника и задняя — для стрелков. Катапульт в кабинах не было, в передней кабине между кресел монтировался ленточный конвейер, включаемый при катастрофе. Члены экипажа для покидания самолета должны были валиться из кресел на ленту, а она выбрасывала их в люк в нише передней стойки шасси (сама «нога» при этом выпускалась автоматически).

Стрелки могли покинуть самолет через отдельные люки. В целом кабина была более тесной, чем на Ту-85 — из соображений уменьшения массы конструкции.

Компоновка фюзеляжа была более удачной, чем у предшественника из-за того, что крепление стреловидного крыла сместилось вперед, дав место большому бомбобтсеку.

При всей нелюбви Туполева к гидроусилителям, таковые пришлось применить в каналах рысканья и крена.

Оборонительное вооружение — 3 башни по 2 пушки калибром 23 мм в каждой. Позади самолета над кабиной стрелков монтировался прицельный локатор, что принципиально улучшило оборону самолета. Также предусматривалось применение активных и пассивных средств радиоэлектронной борьбы.

Шасси нормальной схемы, основные его стойки подвешены в гондолы, совмещенные с гондолами центральных двигателей и оснащены 4-колесными тележками. Передняя стойка шасси с 2-колесной тележкой. Стойки шасси вынужденно длинные из-за винтов.

Снова перейдем к истории создания

Разработку плотно опекало МГБ. Несколько курьезный момент: для обеспечения режима секретности ведомство Берия закрыло все пивные в районе Москвы, примыкающем к опытному заводу.

Стратегический бомбардировщик Туполева разрабатывался в порядке соревнования с самолетом КБ Мясищева (о нем ниже). На первом отрезке в виду явного преимущества по срокам работ Туполеву удалось добиться важной «тактической» победы над конкурентами: правительство приняло решение о подключении к работам над Ту-95 лучшего и крупнейшего на тот момент серийного Казанского авиационного завода.

В ноябре 1951 года был готов демонстрационный макет. С этого момента сам А. Н. Туполев передает непосредственное руководство работами Н.И. Базенкову, назначив его главным конструктором.

Уже в ноябре 1952 года Ту-95-1 совершает первый полет. Однако в мае 1953 года он попал в катастрофу из-за некачественно изготовленного редуктора одного из двигателей. Командир корабля и бортинженер погибли в самолете, еще 2 члена экипажа — на земле.

В июне следующего года (по другим источникам — только в феврале 1955 года) в воздух поднимается Ту-95-2. Однако двигатели ТВ-12 все еще оставались «сырыми». Желанную границу в 100 ч работы удалось преодолеть только в 1955 году.

Испытания бомбардировщика, названного Ту-95А, закончились в январе 1956 года, причем решение о серийном производстве прошло раньше — в октябре 1955 года. Все очень спешили, видимо, зная о работах американцев над Б-52.

Все это время и еще не менее десяти лет продолжались работы над улучшением характеристик двигателей. За этот период удалось поднять мощность до 15 тыс. л. с. при расходе топлива в 0,16–0,25 кг/л.с.час а ресурс довести до 10 тыс. ч (до первого ремонта — 2000 ч). Турбовинтовые двигатели ТВ-12 (НК-12, НК-12М, НК-12МА, НК-12МВ, НК-12МП и так далее) — самые мощные и одни из самых надежных в мире с 1960-х годов и до сего времени, лучшие или одни из лучших во всем классе двигателей внутреннего сгорания за всю историю их производства — один

из принципиальных приоритетов советской конструкторской мысли. Постройка тяжелых и сверхтяжелых самолетов и вертолетов с такими двигателями — тоже советский приоритет.

Надо заметить: как опытные образцы, так и первые серии самолетов Ту-95 не дотягивали до проектных данных ни по скорости, ни по экономичности, ни по дальности, ни по высоте полета. Только к 1960-му году общими усилиями всех разработчиков были получены приемлемые данные по всем ТТХ. Добавим, что к этому году «подтянулись» и конкуренты: КБ Мясищева и строители баллистических ракет, а еще через пару лет и атомных подводных лодок. Только с этого времени паритет СССР и США в части стратегических вооружений стал действительным фактом.

Ту-95А в 1957 году принял участие в испытании сверхмощной 50-мегатонной водородной бомбы, ставшей «оружием устрашения», но не повлиявшей на реальную расстановку сил.

Через 2 года после последних испытаний Ту-95А в воздух поднялся Ту-95К с большим прицельно-обзорным радаром в носу, позволяющим применять ракетное оружие. Заметим: радар, немного выступающий за обвод фюзеляжа, дает возможность самолету «видеть» обстановку и позади себя.

В начале 1960-х годов Ту-95 показывал скорость крейсерскую 720–759 км/ч, максимальную сначала 882, а затем даже и 915 км/ч, дальность — 12 тыс. км, высота полета колебалась у разных вариантов от 12 до 15 км.

Всего было выпущено более 500 самолетов в вариантах бомбардировщика (Ту-95А, носитель ядерного и термоядерного оружия), противокорабельного ракетносца (Ту-95К под ракеты Х-20, а затем — Х-22), торпедносца, постановщика морских мин, носителя «сухопутных» ракет с радиусом действия до 600 км, учебного, противолодочного, разведывательного, целеуказателя, экспериментального. На базе Ту-95 были разработаны знаменитый Ту-114, «флагман «Аэрофлота» и самолет ДЛРО, Ту-126. В производстве были заняты Казанский, Куйбышевский и Таганрогский авиационные заводы.

Бомбардировщик и его варианты стояли и стоят на вооружении ВВС СССР и России вот уже более 50 лет. С начала 1980-х годов и до сегодняшнего времени ВВС оснащены самолетами Ту-95МС, носителями крылатых ракет с дальностью пуска до 2500 км.

Главным конструктором в 1970-е годы был Н.В. Кирсанов, а после него — Д.А. Антонов.

*То ў працы, то ў дымным паходзе
У потнай штодзеннай турбоце
А зрэдку ў лясах на выгодзе
На роднай любімай зямлі
Найлепшыя годы праходзяць
А ў нас настарэлых прайшлі.
Мы лішняга шчасця не просім,
Украдзенай славы не носім,
І нават аб тым не галосім
Што сэрца навекі замруць.
Мы ўсе нібы зерні з калоссяў
З зямлі ды і зноў у зямлю.*

Пимен Панченко

«ЗОЛОТЫЕ» ГОДЫ ИВАНА И ОЛЬГИ СОЛОВЕЙ

Светлана Стаховская

*Фото из архива Валентины Соловей
(Медицинский вестник, №42 от 15.10.2009)*

Об Иване Соловье, партизанском докторе, труженике, жителе Слуцка, Бобруйска, Минска и сегодня вспоминают с теплотой и благодарностью. Рассказать о его жизни непросто — слишком много событий она вмещает. Но есть пожелтевшие тетради, в которое после выхода на пенсию Иван Трофимович кропотливо вписывал страницы своей биографии. А еще воспоминания дочери Валентины, провизора с 45-летним стажем, отличника здравоохранения. — Мои родители настоящие герои, — говорит Валентина Ивановна. — Прошли войну докторами в партизанском отряде № 5 им. Лазо — Любаньская зона. В невероятных условиях лечили, спасали, прятали от врагов больных раненых, добывали для них лекарства и пропитание...

Папа гордился, что не бросил и не потерял ни одного пациента — в болоте, в лесу, в окружении. И даже перед смертью, спустя более 30 лет после войны, тревога все еще была в нем. Бредил и повторял: «перенесите раненых в кусты, нас окружают, немцы заняли деревню».

Студенчество

Иван Соловей имел особую тягу к учебе; Закончил 4 класса в родной деревне Городище Слуцкого района, а затем — с 5 по 9 — ходил в школу № 1 Слуцка 8 км в любую погоду, Семья была бедная, многодетная — 6 детей, он — старший. Ванюша много помогал по хозяйству, уроки готовил ночью. Учился отлично.

Заболел остеомиелитом, местный фельдшер несколько раз оперировал мальчика. Повзрос-

лев, Соловей решил справляться с хворями самостоятельно. В 1934 году поступил в Минский мединститут, в своей деревне первый получил высшее образование. «Тянул» за собой братьев и сестер, земляков, помогал им, готовил к экзаменам: только бы учились да в люди выбились. Окончил институт на отлично: по 52 предметам за 5 лет учебы имел всего 4 четверки.

«Жил без общежития (его выделили после первого семестра), — запишет он потом в дневнике. — Часто спал у друзей, на вокзале или на лавочке в сквере. Родители помогать не могли, а мне хотелось одеться, да и брату надо было подсобить. Поэтому работал все время — то сторожем, то на стройках, то на должности медсестры в тубдиспансере».

Однажды во время зимних каникул друг пригласил Ивана на очередную подработку в Слуцк. По дороге к вокзалу парень встретил на ул. Комсомольской студентку мединститута Олю Михайловскую. Она училась курсом младше. Молодые люди уже заметили, что небезразлично смотрят друг на друга, но серьезных отношений еще не было.

—Оленька, ты домой на каникулы едешь? — поинтересовался Ваня.

—Не получается.

—Давай со мной в Слуцк. Будем жить у моего друга.

—Как с тобой? Я так не могу, — смутилась девушка.

—Тогда давай распишемся?

Азартная молодость! Ребята тут же направились в ЗАГС, а 18 января 1939 года брак зарегистрировали. Со дня свадьбы прожили 50 лет, воспитали двоих детей (роды Иван Трофимович принимал у жены сам).

Первые опыты

В начале врачебной деятельности Ивана Соловья направили в Глусскую райбольницу хирургом и инфекционистом. В то время там трудился главный врач, еще царской выучки — Александр Семенов, строгий, знающий и своеобразный. Историй болезни не вел, заполнял только журнал стационарных больных и листки назначений — не до писанины было! Иван купил 50 тетрадей и в них стал заносить анамнезы.

Устроился на частной квартире; пока жил один (жена оканчивала институт, дочка Валя — у дедушки с бабушкой), все время пропадал в больнице. Запомнился мужчина с травмой руки — ее затянуло в соломорезку, измяло кисть, концы пальцев отрезало ножами. Страшно было за это месиво взяться. «Я работал около 4 часов, однако привел руку в «божеское» состояние: промыл раны, удалил все изорванные ткани, произвел хирургическую обработку, посшивал сухожилия, наложил швы, и рука приняла свой -почти первоначальный вид. К моему удивлению, заживление шло без нагноения. Работники больницы, и даже сам Семенов, меня хвалили».

...Однажды из района доставили роженицу — неправильные роды — выпала ручка, плод мертвый. Нужно его удалять. Семенов вызвал молодого врача:

– Оперируйте!

– Ни разу такого не делал.

Опытный коллега положил на стол книгу известного немецкого ученого Бума «Акушерство»:

– Почитайте — и идите в операционную! Иван Соловей точно по книге — вмешательство было хорошо описано — рассек плод от подмышки через грудную клетку, шею (все это вслепую, на ощупь, в матке) — извлек с ручкой головку, потом и остатки плода... Все окончилось благополучно. Вместе с испытаниями приходил опыт.

Война

В начале Великой Отечественной молодая семья чуть не разлучилась.

21 июня 1941 г. Ольга сдала госэкзамены и ушла в деревню к своим родителям. А потом — за дочкой Валею, которая была с родственниками мужа, с Иваном же связь потеряла. В дальнюю дорогу — из Червеня в Слуцк — пешком, уже там встретила супруга.

На руках у Ольги нет диплома об окончании института. Война не признает канцелярских дел, но молодая женщина и ее подруга решили найти в Минске секретаря, которая должна выписать свидетельства. Выяснили, на какой квартире та остановилась. Добросовестная работница в дипломе записала тот день, когда к ней пришли выпускницы — 8 сентября 1941 года (эта дата потом очень смутила главврачей при устройстве на работу).

...Плечом к плечу Иван и Ольга трудились в партизанском отряде. В воспоминаниях оживает каждая мелочь тех дней.

13 февраля 1943 г.

«Отряд уходит развернутыми взводами напрямую к каналу: угроза окружения немцами, а мне с больными и ранеными нужно ехать правее — на переправу, где через канал положено 2 бревна. Переправил всех, последнюю женщину — на носилках. Стал переходить сам.

В это время слева, в метрах 200, заметил около 15 полицейских. Они начали меня обстреливать. Инстинктивно присел — и свалился с бревна в воду. Держусь за него, достать ногами дна не могу. Тяжело: на мне висят 2 сумки с медикаментами, да еще одет в тулуп. На руках добираюсь до края канала. Снял сумки и сбросил их в воду под лед, взобрался на бревно. Партизаны из взвода открыли стрельбу по полицейским. Мне кричат: «Выползайте вверх». Снова свист пуль, несколько ударило по тулупу. Лежа, снимаю его, и быстро в кусты.

Это спасение, ведь дальше — лес. Приподнялся и вижу: стоят в полный рост полицейские. Вынимаю пистолет — и стреляю в их сторону. Выпустил всю обойму. Разбежались и залегли неподалеку. Время уходить, но жалко тулупа. Как же без него в такой мороз! Быстро ползу назад, берусь за воротник. И снова — к спасительным кустам... Вечером, уже обсушившись и обогрившись, прошу командира отряда разрешить уйти за сумками с медикаментами. В помощь — партизан по фамилии Винтовка. Подошли к переправе, вокруг темно и тихо. Достали из-под льда поклажу и — в обратный путь. Прибыли в лагерь около 2 часов ночи. Разобрал лекарства, перевязочный материал. Все, что можно было, просушил у костра, а уже и 5 часов утра».

16–17 апреля 1944 г.

«Расположились в 18 км от пос. Горного — в трех больших шалашах. Большинство людей ослаблены, а после выхода из болота кожа стоп на ногах высохла, появились трещины. Многие передвигались на четвереньках — на руках и ко-

ленях. А сколько других больных! Вел приемы с раннего утра и до 11 ночи. Страшно уставал.

...И тут навалился сыпной тиф. В нашем отряде установили строгий режим: я ежедневно осматривал взводы на наличие вшей, и при обнаружении их хотя бы у одного — весь взвод подвергался санитарной обработке (для этого устроили землянки-бани). Строго наставляли уходящих на задание: не ночевать в гражданских шалашах, не брать никаких вещей. Пришедших помещали в другой, специально построенный, шалаш и выпускали только после моего осмотра. Это имело успех: в нашем отряде не было ни одного больного сыпным тифом. В других же — много. За время блокады отряда я остался единственным врачом на всю бригаду».

Доктор на всю жизнь

После освобождения территории от немцев в июле 1944 г. Ивана Соловья назначили зав. Слуцким райздравотделом; жена Ольга ушла в п. Уречье Слуцкого района организовывать больницу (босиком — благо, лето). Ей было 26 лет, до родов 3 месяца... Сшила себе штаны из марли и тапочки брезентовые — какая-то знакомая подарила кусочек. Появился на свет сын. У мальчика 2 года не было волос на голове (сказалось отсутствие в партизанских условиях еды, соли, витаминов), Через неделю после родов — уже на работу. А дочь Валя — нянька, хотя ей чуть больше 4 лет.

С 1945 года Иван Трофимович — главврач Кировской райбольницы Могилевской (тогда Бобруйской) области. Ольга Алексеевна трудилась там же педиатром, зав. женской консультацией, акушером-гинекологом. «Почти каждую ночь стучали в нашу избушку, которая стояла на больничном дворе: «Доктор, привезли больного!» — вспоминает Валентина Соловей. — А если в выходной родители шли в гости, то, как правило, их оттуда забирали в больницу — оперировать. Через 9 лет отца перевели в Бобруйскую городскую больницу, где он долгое время работал заместителем, потом главврачом, а мама акушером-гинекологом.

Наш дом всегда был полон гостей — родни, студентов. Те, кто хотели

стать хирургами, ходили за отцом по пятам — и на вызовы ездили, и обедали у нас. Всегда обсуждались интересные случаи из практики».

Женщины выстраивались в очередь, чтобы избавил их от зоба именно Иван Соловей: он делал такие косметические швы, что даже не приходилось прикрывать их бусами.

С 1965 года семья обосновалась в Минске. Иван Трофимович и Ольга Алексеевна трудились в НИИ онкологии и медрадиологии, 1-й клинической больнице (в этих учреждениях И. Соловей заведовал отделениями — радиохирургическим и 1-м хирургическим соответственно), в Минской областной больнице, 19-й поликлинике.

...За 5 лет до пенсии Иван Соловей надумал посмотреть мир, стал судовым врачом медсанчасти Калининградской рыболовной флотилии, плавал в Атлантическом океане. Все поразились: незаменимый специалист — терапевт, хирург, травматолог, уролог, гинеколог, даже зубы лечил! Не раз вызывали его на иностранные суда, многие из которых врачей не держали, экономили. Доктор Соловей, бывало, и в шторм, на шлюпке спешил оказать помощь членам экипажа дружественного народа.

...На заслуженном отдыхе пробыл всего месяц: не мог без работы. Ей отдавал всего себя до последних минут — сердце остановилось в день золотой свадьбы 18 января 1989 г. Жена поняла: это и ей знак свыше, что тут делать без Ивана? Через полгода ушла из жизни и Ольга Алексеевна.

Достоинство прожитые годы не имеют срока давности в людской памяти. В Любанском музее народной славы у экспозиции, посвященной чете Соловей, стоят взрослые и дети — их удивляет выдающаяся добродетель Ивана и Ольги...

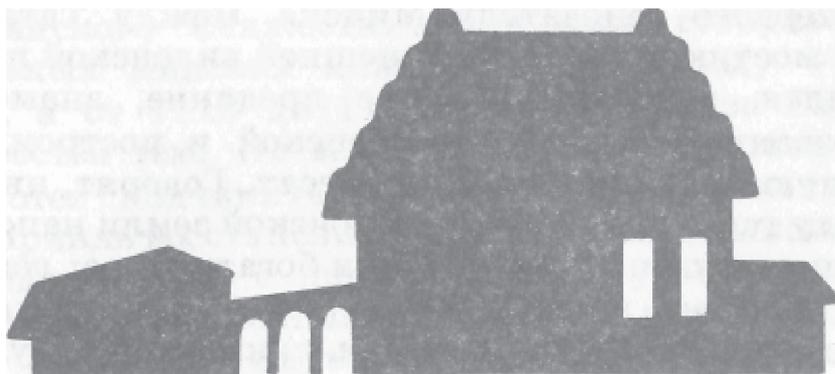


МИНСК ГЛАЗАМИ ОЧЕВИДЦА

(Из книги П.М. Шпилевского
«Путешествие по Полесью и белорусскому краю»,
середина 19 века)

Минск принадлежит к числу больших и красивых городов Западной России и при настоящем своем благоустройстве и обновленном виде, после пожара в 1835 году, может быть назван столицей Белоруссии; он обширнее и щеголеватее Могилева и Витебска. За исключением Троицкого предместья, Татарского конца и некоторых глухих переулков по окраинам города, в Минске все дома каменные и большей частью очень большие, а улицы довольно гладко вымощены камнем и содержатся очень опрятно. Раскинутый на горах и крутизнах Минск почти со всех трактов или въездов представляет прекрасный вид; но особенно открытый и картинный вид от въезда борисовского, начиная от Комаровки. Пред вами раскидывается панорама нескольких гор, пригорков и крутых обрывов, устланных искусственными и натуральными газонами, большими садами, оранжереями, роскошными цветниками и обмываемых водами вьющейся, как змейка, Свислочи, то в одном месте льнущей к набережной и текущей тихо, спокойно, то в другом как бы отпрянывающей от своих берегов, исчезающей в долине, а потом с шумом и каскадом выбивающейся наружу и лениво переливающейся чрез каменистое возвышение. По горам, по пригоркам красуются здания то высокие и широкие, то узкие и продолговатые, с черепичными крышами во вкусе средних веков, то, наконец, чистенькие, опрятненькие, зеленые или желтые домики с красными кровлями, узорчатыми ставнями и решетчатой оградой. Прежде всего бросаются в глаза рощи и аллеи огромного городского сада, потом здания Нового рынка с его квадратным бульваром, архирейской

крестовой церкви, почтовой конторы и лютеранского храма; дальше совершенно обнажается пред вами громадная площадь Высокого рынка с величественными каменницами православной соборной церкви, римско-католической катедрой, бернардинского монастыря и гостиного двора, сквозь которые выглядывает скромная деревянная Воскресенская церковь. Правее от Высокого рынка город как будто разрывается и исчезает в долине Низкого рынка, закрытого Троицкой горой и валами древнего замка. Наконец, вдали от Троицкой горы вы видите широко раскинувшуюся Свислочь и опоясывающую собой некоторые части Татарского конца и православное кладбище Переспу с его каменной церковью с золоченым куполом чисто русской архитектуры, без всяких шпицев и башенок.



Близ этого-то места, где теперь устроено кладбище и где, может быть, истлели кости первого основателя Минска, между Татарским концом и Переспинским мостиком у самой нынешней вилелской почтовой дороги когда-то поселился, говорит народное предание, знаменитый силач-знахарь по прозванию Менеск или Менской и построил на Свислочи каменную большую

мельницу о семи колесах. Говорят, никто никогда не видел его, а между тем окрестности свислочской земли наполнены самыми фантастическими рассказами о его силе и богатырстве: говорят, что в его мельнице мука молотась не из хлебных зерен, а из камней; что ночью слышались там какие-то странные крики, гики, песни, музыка и пляска; что в полночь разъезжал он на своей мельнице по дорогам и набирал дружину из сильных людей, из которых впоследствии составилась целый народ и стал селиться рядом с мельницей знахаря, и проч. Конечно, это предание отзывается белорусской сказкой; но почему знать, не имеет ли оно отношение к какому-нибудь доисторическому событию, не записанному в летописях? Не смешанное ли это сказание о каком-нибудь удельном кривичском князе Менеске, собиравшем сильных людей для увеличения своего войска и для заселения ими новопостроенного своего городка на берегах Свислочи? Отчего же не допустить, по крайней мере, существования этого Менеска, когда о нем до сих пор сохранилась поговорка в Минском уезде: «Не пайду я да Менска ад шляху Виленска; а (если же) пайду па шляху Виленском, спаткаюся (встречусь) з Менеском». К этой поговорке я прибавлю замечание, что простонародье Минской губернии до сих пор называет Минск Менском. Конечно, это не доказательство. Но отчего же то же простонародье не называет Пинск (город Минской губернии) Пенском? Ведь Пинск и Минск созвучны. Напротив, если объяснить слово «Менск» народным выговором, так скорее можно сказать, что простонародье минское переделало бы из Менска Минск, потому что в произношении белорусского народа буква «и» никогда не превращается в «е», тогда как «е» очень часто переходит в «и»... Мне кажется, можно допустить, что нынешний Минск получил свое название от имени Менеска или Менского (этого ли знахаря или, пожалуй, другого какого-нибудь героя-основателя), потому что в древних грамотах, актах, записях и инвентарях вместо «Минск» везде говорится: «Менск» или «Менской», кроме того, Гвагнин в описании древней Руси Минск называет Мепзсит. Во всяком случае, предание о Менеске заменяет первоначальную историю древнего Минска, построение которого и возведение на степень города не указано ни одним из древних летописцев или историков. Вероятно, до появления на месте нынешнего Минска города, по обыкновению славян, сначала был построен только замок, или острог, и именно на берегах Свислочи, может быть, близ мельницы знахаря,

потому что сохранившиеся до настоящего времени замковые валы или окопы Замчища находятся действительно близ того места, где предание назначает оселище знахаря Менеска. Начало же Минска как сформированного и устроенного селения должно относиться, по крайней мере, к X веку, потому что в самом начале XI уже упоминается о нем как владетельном городе Полоцкого княжества, которым до 1067 года управлял князь Всеслав, внук Изяслава Владимировича, сына Рогнеды, получившего от отца Изяславль (ныне Заславль, деревня Минской губернии). В конце XI века, именно в 1067 году, Минск, сделавшись достоянием сыновей Ярослава Великого Изяслава и Всеволода, убивших Всеслава, а детей и жен его забравших в плен, отпадает от Полоцкого княжества и к началу XII века является столичным городом отдельного Минского княжества. Тут уже говорится в летописях о самостоятельных минских князьях, в 1102 году — о князе Борисе Всеволодовиче, а от 1113 до 1123 года — о князе Глебе Всеславиче. Последний известен тем, что всячески отстаивал права своего минского удела и не хотел подчиниться Владимиру Мономаху, который, как известно, предприняв восстановить введенную Ярославом Первым систему господства в одном роде, с правом старшему быть главой, и на этом основании утвердить великокняжескую власть над Русью за своим родом, как старшим, пользуясь смутами и раздорами родственных князей, старался присоединить их княжества к своему и в том числе хотел подчинить себе и Минское княжество. Так как Глеб Всеславович не согласился подчиниться Мономаху и решил воевать с ним, то Мономах поступил с ним, как с мятежным князем, осадил и взял приступом Минск, а Глеба объявил своим пленником; таким образом, Минск опять потерял значение самостоятельного города и вошел в состав мономаховой монархии. Впрочем, со смертью Юрия Долгорукова, последнего исполнителя воли Мономаха, поддерживавшего установленную Мономахом систему соединения русских княжеств в одно целое властью великого князя, вследствие разрыва общего союза княжеств, Минск опять является столицей отдельного независимого Минского княжества, из князей которого прославился войнами с литовскими князьями в 1158 и 1159 годах Володарь Глебович, из рода Всеслава Полоцкого. По смерти его литовские князья, пользуясь ослаблением Восточной Руси по случаю нашествия монголов, завладели некоторыми княжествами Западной Руси, в том числе Минским княжеством, и вот в

1180 году Минск становится достоянием Литвы. В литовское правление он не раз был грабим и опустошаем татарами, особенно вторгшимися в Западную Россию под предводительством Койдана II, который, ожесточенный страшным поражением брата своего Койдана I Миндовгом в 1249 году под Крутогорьем (нынешним Койдановым), ворвался в 1284 году в окрестности Минска и выместил вражду свою к литовским князьям на невинном русском городе самым нечеловеческим образом, изрубив несколько тысяч жителей на части и в том числе утопив в Свислочи детей их. В 1320 году в новгородской летописи упоминается о минском князе Федоре Святославиче, которого Карамзин считает потомком Владимира Великого из дома Изяслава, сына Рогнеды. Этот князь пользовался расположением Гедимины и, кажется, был последний из русских в Минске князей. В 1408 году упоминается о минском князе литовского племени Урустае, который, впрочем, в том же году был вытеснен из Минска Наримунтом, князем пинским, мозырским и волыньским, и потом, преследуемый родственником своим Свидригайлом, бежал в Москву. Между тем в 1431 году Свидригайло, враждующий с Ягеллом за то, что он внушил мысль литовцам избрать вместо его (Свидригайло) Сигизмунда, брата Витовтова, подкрепленный помощью русских князей, тверского Бориса Александровича и брата его Ярослава, нагрянул в литовские владения, изменившие ему в присяге, и потом, проходя чрез Заславль и Минск, потребовал от этих городов верноподданнической присяги; но так как ни тот, ни другой не признали его своим князем, то он разорил их, а жителей замучил насильственной смертью. В конце XVI века Минск сильно пострадал от моровой язвы и набегов перекопских татар. В 1505 году они наполнили Свислочь кровью минчан, за что, впрочем, достойно наказаны были в 1506 году страшным поражением под Клецком близ Темного озера. Следующие годы XVI века принесли Минску печальную весть о польском владычестве и окончательном введении униатского раскола, начало которому положили иезуиты в минском крае еще в конце XV века (1460 и следующих годах).

Находясь под игом польской власти, Минск мало-помалу терял права и значение древнерусского города, так что в начале XVII века он уже является ополяченным и униатским городом. Фанатизм иезуитов действовал враждебно против всего, что только могло напомнить в Минске о древнем, кривичском, русском начале.

По внушению этих фанатиков в 1619 году права русское и литовско-русское заменены магдебургским. В Минске явились чуждые духу древнерусского правления и гражданской судебной организации — разные воеводы, старосты, наместники, войты, бурмистры и лентвойты. Они завели какие-то суды и уряды каденциальные, экстракаденциальные, суды нарочках, городские сеймы и сеймики, на которые собирались не столько для дела, сколько для поддержания польского гонору. А иезуиты радовались и из всякого действия судей и урядников извлекали для себя самую существенную пользу — деньги и тем содействовали возвышению своего ордена. Не вследствие ли такого возвышения поселились они в 1657 году на Высоком рынке в богатом монастыре, в котором при содействии совратившегося в римское католичество смоленского епископа Иеронима Сангушки в 1682 году устроили пропаганду для водворения католицизма и уничтожили православие в Минске посредством унии?.. Чтoб совершенно изгладить в Минске элемент русский, они задумали было ввестъ между православными минчанами новый (григорианский) календарь. К счастью православных минчан, обратившихся с жалобой к Сигизмунду III на такие притеснения иезуитов, справедливый король грамотой запретил «принуждать людей города Минска русским закону греческого» к принятию нового календаря. До какой степени опасно и губельно было поселение иезуитов в Минске, это доказывается тем, что в течение полвека они успели самые древние кривичско-русские фамилии — Сапег, Тышкевичей, Горватов, Слушек, Черторижских, Воловичей, Хрептовичей, Тукальских, Селяв, Сангушек, Огинских, Полубенских, Зубок, Щербаков, Шишек, Артемовичей и др. сначала совратить в униатский раскол, а потом в папское католичество, и при влиянии этих совращенных уничтожили древнерусские церкви или, по крайней мере, превратили их в польско-католические или же униатские. И вот в начале XVII века вместо многочисленных древнерусских православных храмов, разных богоугодных заведений и училищ в Минске стали являться один за другим храмы польско-католические. В 1615 году на отпущенную стольником Великого княжества Литовского, речичским старостой Петром Тышкевичем сумму построен богатый каменный доминиканский костел и монастырь, от которых получила название нынешняя Доминиканская улица. В 1628 году построены монастырь и костел бернардинов: отсюда явилась Бернардинская улица. В 1633 году

виленский каноник Войцех Селява основал монастырь бенедиктинок. Впоследствии явились еще костелы и монастыри кармелитов, рохитов, мариавиток и др. А между тем до XVII века в Минске был только один римско-католический костел катедра (собор), построенный в 1390 году Владиславом Ягеллом; все же прочие храмы были старожитное греческое веры и закона, как видно из древних актов и грамот Минской губернии. В них упоминается о тринадцати православных церквях: 1) о Рождествобогородичной близ реки Немиги, у городского замка, построенной Янушем Радзивиллом на собственной его земле; при этой церкви были монастырь и училище для малолетних; 2) Пречистенской, при которой существовал госпиталь; 3) Козьмодемьяновской, построенной неподалеку Рождествобогородичной, на нынешнем Низком рынке; при ней было училище; 4) Петропавловской и при ней монастыре того же имени, построенных усердием знатных дворян и мещан минских; при монастыре были: школа, госпиталь, богадельня и типография; 5) Воскресенской, которой принадлежал хутор с землями и сенокосами близ Минска между реками Свислочью и Слепней, пожертвованный Варушей Ецуковной; 6) Троицкой и при ней госпитале того же имени; 7) Новорождествобогородичной в Немизской улице, построенной вместо сгоревшей старой Рождествобогородичной; 8) о церкви и монастыре Никольских на Татарском конце, при которых был митрополичий двор; 9) Преображенской, построенной княгиней Соломорецкой, урожденной Корсак, и того же имени богадельня со школой для девиц, учрежденной ее дочерьми; 10) Пятницкой, находившейся близ Никольской, на Татарском конце, от которой получила название Пятницкая улица; 11) Святодуховской и при ней того же имени монастыре, госпитале, богадельне и семинарии; 12) Вознесенской церкви и при ней большем монастыре, в пользу которого пожертвовано было королевой Еленой, супругой Александра Ягеллончика, имение Тростенец и 13) церкви во имя св. Евфросинии.

С введением унии все эти церкви превращены в униатские — базилианские: не униатским оставался один только Петропавловский монастырь и при нем церковь того же имени. Но и общество одной этой церкви умело сохранить свою родную веру невредимо среди униатского раскола: в грамоте 1635 года, данной православным киевским митрополитом Петром Могилой на имя минского Петропавловского монастыря, пастырь

этот изъявляет особенную свою радость по поводу лично замеченной им в Минске великой ревности к старому восточному благочестию со стороны обывателей как духовного, так и светского звания. Промыслу угодно было сохранить в Минске православие. Братства усердно заботились о поддержании в Минске старожитной греческой веры и, кроме того, замечу, что и униаты (то есть бывшие православные), хотя некоторым образом отделились от православной церкви, но все-таки чуждались папского католичества и старались поддерживать униатство и униатские церкви, но не папизм и не римско-католические храмы, а при первых благоприятных обстоятельствах тотчас обратились к прежней родной своей греческой вере и отказались от всего чуждого, зашедшего к ним вследствие насилий иезуито-католического фанатизма. Эти же самые униаты готовы были бы и раньше оставить униатство, если б нашли какую-нибудь опору в правительстве; но правительством их в то время была польская Речь Посполитая, заботившаяся о распространении папского католичества в захваченных у России землях. Что минские униаты готовы были во всякое время, при первом удобном случае, отказаться от унии, доказательством того служат последствия пребывания в Минске в 1635 году митрополита Петра Могилы. Лишь только он обратился с речью к минским униатам и напомнил о их заблуждении, многие из них в тот же день возвратились в православие и потом с ожесточением преследовали тех, которые не хотели последовать их примеру.

Но в то же время, как жители Минска испытывали неприятности от польского религиозного фанатизма, самый Минск-город значительно расширился, обновлялся и украшался новыми зданиями: вообще значительно улучшился после татарских грабежей и опустошений. Правительство польское обратило внимание на очищение площадей, устройство общественных заведений и занялось выдачей купеческих привилегий и приведением в надлежащую точность городских податей и сборов. Ко времени польского владычества относятся здания Нового рынка, мостовые Высокого рынка и несколько мостов и мельниц на Свислочи. Только, к несчастью Минска, эти улучшения и постройки подвергались новым опустошениям и грабежам. В 1655 году в Минск перекочевали дикие племена калмыков и, вследствие нападения на них городского гарнизона, с ожесточением грабили храмы, дома и вырезали несколько тысяч жителей. В 1701 году чрез Минск

проходили саксонские войска и значительно опустошили Троицкое, Татарское и Ляховское предместья; то же сделали бы они и в 1706 году, но в это время подоспели в Минск русские войска и, пробыв там с марта до сентября, не допустили саксонцев к вторичным опустошениям. В этом же году Минск оспосчастливлен был пребыванием в нем Петра Великого, который прожил здесь несколько дней и делал смотр своим войскам на площади Высокого рынка. По просьбе Мазепы Петр Великий посетил монастырь иезуитов, которые, благовременно расположив в свою пользу гетмана, осмелились просить себе позволения у великого монарха поселиться в новой русской столице, но в ответ получили отказ. По выходе русских пришли в Минск шведы и Карл XII наложил страшную контрибуцию на город: войска беспощадно грабили и жгли храмы и дома, убивали и давили жителей, так что после перехода шведского Минск превратился в развалины. Уже по окончании шведской войны Минск несколько оправился и, наконец, войдя в состав родной русской монархии, в царствование Екатерины Великой, принял вид благоустроенного города.

Тут следовало бы упомянуть о событиях 1812 года, свидетелем которых был Минск. Но так как об этих же событиях придется говорить при описании Борисова, то для избежания повторений рассказ о них отнесу к статье о Борисове.

В настоящее время он состоит главным городом Минской губернии и имеет 23 560 жителей. Теперь можно полюбоваться этим городом: так красив он сделался в последние годы. В нем протекает река Свислочь, принимающая в свои устья несколько маленьких речек (Черницу, Слепню, Крупку, Янушку), притоков и озер. Свислочь река не большая и не очень широкая, но местами довольно глубокая и извилиста до бесконечности. Начало свое она берет близ деревни Шаповалы и на пространстве 220 верст протекает чрез уезды Минский, Игуменский и частью Бобруйский;

а при местечке Свислочи впадает с правой стороны в Березину. В самом Минске Свислочь довольно мелка, особенно близ так называемой Плебанской мельницы у Нового моста, ведущего к саду с Троицкой горы; несмотря на то, на ней в городе устроено пять мельниц. В Минском и Игуменском уездах на ней много переправ посредством паромов: в этих местах она очень глубока и течет быстро, так что нередко сносит мосты. При имени Свислочи невольно припоминаю себе несчастный случай, постигший на этой реке бывшего минского губернского предводителя дворянства, командора Мальтийского ордена Ошторпа: во время проезда его с дочерью, в замужестве госпожой Сеножентской, через мост без перил близ Дукоры (местечко Игуменского уезда), лошади чего-то испугались и с разгону бросились с экипажем в реку. Дочь спаслась, но бедный командор захлебнулся водой и тут же скончался... Свислочь богата рыбой: особенно сомами, осетрами и белугой; в ней водятся также бобры, особенно в Игуменском уезде. В прежние времена, говорят, много водилось бобров в Свислочи, так что промысел ими давал значительный доход минским мещанам: в грамоте королевы Елены упоминается о бобровых гонах в Свислочи близ Тростенца, ныне деревни Чекотовского, лежащей между Ляховским предместьем и хутором Кистера; кое-где и теперь встречаются там бобры. Кроме Свислочи Минск или его предместья орошают речки: Крупка, на которой построена большая мельница и которая (речка) славится довольно крупными вьюнами и серо-пестрыми змеями; Слепня, рядом с Крупкой текущая по направлению к виленской почтовой дороге; и так называемое Плебанское озеро: о двух последних упоминается в древних грамотах Минской губернии как принадлежности монастырских имений. Есть еще озеро близ хутора Кистера.

Продолжение в следующих номерах