

ИНЖЕНЕР- МЕХАНИК

№ 4 (49)
октябрь – декабрь
2010

Республиканский межотраслевой производственно-практический журнал
Издается с июля 1998 года
Выходит один раз в три месяца

Учредитель — Белорусское общество инженеров-механиков

Главный редактор академик С.А. Астапчик

Редакционная коллегия: М.С. Высоцкий, М.А. Андреев, В.Н. Дашков, А.М. Захарик, А.Б. Зуев, В.Л. Колпашиков, Л.Н. Крупец, Д.И. Корольков, Г.С. Лягушев, Е.И. Медвецкий, М.Г. Мелешко, С.А. Чижик

Адрес редакции:

220141, Минск, ул. Купревича, 10 (ранее Жодинская, 4)

тел./ факс 203-88-80; 226-73-36

E-mail: mail@boim.by

Свидетельство о регистрации № 1132 от 21.04.1998

Подписной индекс 00139

Компьютерная верстка Н.В. Райченко

Подписано в печать 14.12.2010.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 5,6. Уч.-изд. л. 5,3.

Тираж 250 экз. Заказ № 312.

Цена номера договорная.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика в ГНУ «Физико-техническом институте НАН Беларуси».

Лицензия ЛП № 02330/0494176 от 3.04.2009 г.

220141, г. Минск, ул. Купревича, 10.

СОДЕРЖАНИЕ

Юбилей

Рем Иванович Солоухин (к 80-летию со дня рождения лауреата Ленинской премии члена-корреспондента АН СССР, академика АН БССР Рема Ивановича Солоухина).....2

Гурский Леонид Ильич (к 75-летию со дня рождения).....4

Зарубежное партнерство

Узнаем, учимся и сотрудничаем с зарубежными партнерами.....6

Разработки ученых и специалистов

Современное технологическое машиностроение: основные положения.....10

21-й год нанотехнологий.....20

Технологические аспекты сталей для автомобилестроения.....25

Материалы конференции

В центре внимания – обработка материалов.....31

Патентуем сами

Комбинированная система обучения.....33

Из истории авиации

Наш ответ Чемберлену, или Стратегическая авиация СССР.....37

Из истории Минска

Минск глазами очевидца.....44

РЕМ ИВАНОВИЧ СОЛОУХИН

(к 80-летию со дня рождения лауреата Ленинской премии члена-корреспондента АН СССР, академика АН БССР Рема Ивановича Солоухина)

(из «Инженерно-физического журнала» № 1 за 2011 г.)

19 ноября 2010 г. исполнилось бы 80 лет Рему Ивановичу Солоухину. В 1976 г. Президиумом АН БССР ему было предложено возглавить Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова для развития работ по физической газодинамике и высокотемпературной теплофизике в Беларуси. Юбилейные выпуски «Инженерно-физического журнала» (№ 6 за 2010 г. и № 1 за 2011 г.) посвящены 80-летию Р.И. Солоухина (1930–1988).

Р.И. Солоухин родился 19 ноября 1930 г. в городе Гусь-Хрустальный Владимирской области. В 1953 г. он окончил физический факультет Московского государственного университета (МГУ) (кафедра тепловых и молекулярных явлений); преддипломную практику и дипломный проект Р.И. Солоухин выполнял в Энергетическом институте им. Г.М. Кржижановского (ЭНИИ) в лаборатории физики горения, возглавляемой профессором А.С. Предводителевым.

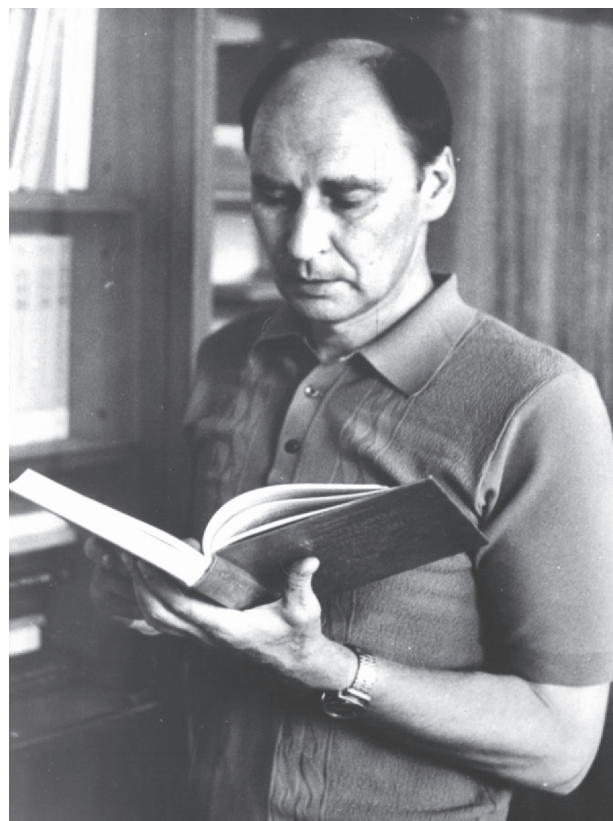
Основные этапы научной деятельности Р.И. Солоухина

1. В 1955 г. поступает в аспирантуру МГУ и продолжает работать в ЭНИИ в группе Т.В. Баженовой.

2. В 1958 г. защищает кандидатскую диссертацию в МГУ и переходит на работу в МФТИ на кафедру, которой руководит академик М.А. Лаврентьев.

3. В 1959 г. в составе первой группы молодых ученых он вместе с академиком М.А. Лаврентьевым переезжает на работу в Новосибирск в строящийся Академгородок, где в Институте гидродинамики СО АН СССР и развивает начатое в ЭНИИ научное направление; принимает активное участие в организации Новосибирского государственного университета (НГУ) им. Ленинского комсомола — становится первым деканом физического факультета, позднее — проректором по научной и учебной работе.

4. В 1962 г. защищает диссертацию на соискание степени доктора физико-математических наук по теме: «Быстропротекающие процессы в ударных волнах». Эта была первая докторская



диссертация по физико-математическим наукам в молодом Академгородке.

5. В 1965 г. Рему Ивановичу за исследования детонации в газах присуждена Ленинская премия (совместно с Б.В. Войцеховским и Я.К. Трошиным). В этом же году Р.И. Солоухину присваивают звание профессора.

6. С 1965 по 1972 г. заведует кафедрой общей физики НГУ им. Ленинского комсомола.

7. В 1967 г. Р.И. Солоухина приглашает на работу заместителем по научной работе академик Г.И. Будкер — директор крупнейшего в Академгородке Института ядерной физики (ИЯФ СО АН СССР).

8. В 1968 г. Р.И. Солоухин избирается членом-корреспондентом АН СССР по специальности «механика».

9. С 1971 по 1976 г. — директор Института теоретической и прикладной механики (ИТПМ) СО АН СССР.

10. С 1972 по 1976 г. заведует кафедрой физической кинетики и оптики НГУ им. Ленинского комсомола.

11. С 1976 по 1987 г. — директор Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова АН БССР и заведующий кафедрой теплофизики в БГУ им. В.И. Ленина.

12. 6 января 1988 г. после продолжительной болезни Р.И. Солоухин скончался.

Публикации о Р. И. Солоухине

1. Fomin, N.A. In memoriam, Rem Ivanovich Soloukhin / N.A. Fomin, R.J. Emrich // Experiments in Fluids. — 1989. — Vol. 7. — P. 433–434.

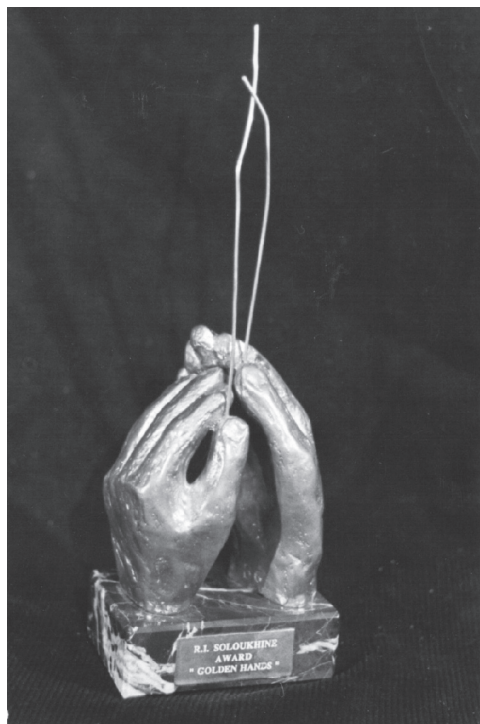
2. Фомин, Н.А. Памяти Учителя. К 60-тилетию Р.И. Солоухина / Н.А. Фомин // Сборник научных трудов «Неравновесная газодинамика: диагностика и моделирование». — 1991. — Минск: ИТМО АН БССР. — С. 3–13.

3. Мартыненко, О.Г. Рем Иванович Солоухин (к 70-летию со дня рождения) / О.Г. Мартыненко, В.Л. Драгун // ИФЖ. — 2001. — Т. 74. — № 4. — С. 160–161.

4. Physics of Shock Waves, Combustion, Detonation and Non-Equilibrium Processes. Soloukhin memorial / Eds. N. Fomin, O. Penyazkov and S. Zhdanok. — Minsk. — 2005. ISBN-985-6456-47-9.

5. Lee, J.H.S. My Recollections of Rem Soloukhin / J.H.S. Lee // In CD Proc. of the 22nd International Colloquium on the Dynamics of Explosions and Reactive Systems. — Minsk, 2009.

6. Fomin, N.A.. Rem Soloukhin's Gold Hands in shock and detonation phenomena studies / N.A. Fomin // In CD Proc. of the 22nd International Colloquium on the Dynamics of Explosions and Reactive Systems. — Minsk, 2009.



Международная премия им. Р.И. Солоухина «Золотые руки»

Международный институт динамики взрыва и реагирующих систем с 1989 г. присуждает премии им. Р.И. Солоухина «Золотые руки» за лучшую экспериментальную работу, доложенную на Международном коллоквиуме по динамике взрыва и реагирующих систем (ICDERS). Эту премию получили выдающиеся специалисты-экспериментаторы:

| | | |
|------|---------------------------|------------------|
| 1989 | Ж. Броссар (Франция) | J. Brossard |
| 1991 | П. Ван-Тиггелен (Бельгия) | P. Van Tiggelen |
| 1993 | Ё. Дабора (США) | E. Dabora |
| 1995 | Р. Кнустаутас (Канада) | R. Knystautas |
| 1997 | В. В. Митрофанов (Россия) | V. V. Mitrofanov |
| 1999 | Г. Дюпре (Франция) | G. Dupre |
| 2001 | Л. Г. Гвоздева (Россия) | L. G. Gvosdeva |
| 2003 | С. Дорофеев (США) | S. Dorofeev |
| 2005 | С. Мюррей (Канада) | S. Murray |

ГУРСКИЙ ЛЕОНИД ИЛЬИЧ (К 75-летию со дня рождения)



10 января 2011 г. исполняется 75 лет со дня рождения известного белорусского ученого в области материаловедения, конденсированного состояния вещества и электроники, доктора технических наук, профессора, члена-корреспондента НАН Беларуси Леонида Ильича Гурского. Гурский Л.И. родился в г. Минске. В 1954 г. с золотой медалью окончил 13 школу г. Минска, в 1959 г. — Белорусский политехнический институт. Работал в Специальном конструкторском бюро № 2, затем № 3 Научно-технического комитета Совета народного хозяйства БССР. С 1960 г. в Физико-техническом институте НАН Беларуси —

аспирант, младший научный сотрудник, ученый секретарь института, старший научный сотрудник, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией, а затем отделом конденсированных систем. Ученая степень кандидата технических наук присуждена в 1965 г., доктора технических наук — в 1973 г., ученое звание профессора присвоено в 1978 г. В 1994 г. избран членом-корреспондентом НАН Беларуси по специальности «Физика твердого тела». С 1993 г. сотрудник ВАК Беларуси — заместитель председателя — главный ученый секретарь, начальник отдела естественных наук. С января 2002 г. работает профессором кафедры электронной техники и технологии Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

В области материаловедения и физики твердого тела проведены комплексные исследования пластичности материалов при дробном и ультразвуковом режимах деформации. Установлены закономерности распределения дислокаций, дислокационных ансамблей и формирования дислокационных ячеек, образующих объемный каркас, по мере увеличения степени деформации, показано, что при дробном деформировании структура поверхностного не является кристаллической. Получены уравнения для определения энергии, скорости и вероятности искажения поверхности дислокациями, изучены фазовые равновесия в микрообъемах и электронные процессы на границах раздела многослойных структур при воздействии акустических и электромагнитных полей. Разработаны вакуумно-плазменные процессы кристаллизации из газовой и жидкой фаз металлических, полупроводниковых и диэлектрических слоев. Разработаны методы квантовой и молекулярной механики и для многоатомных структур определены стабильные конфигурации размещения атомов с учетом поляризуемости электронной подсистемы. Разработана концепция синтеза термодинамически равновесных много-

компонентных и многофазных систем, учитывающая химическую связь, изоморфизм решеток, химический потенциал, и на этой основе созданы материалы с особыми механическими, электрическими и оптическими свойствами для получения функциональных слоев микросхем, сверхпрецизионных резисторов, знаковосинтезирующих индикаторов, выходных окон сверхмощных ИК-лазеров, наноэлектронных компонентов.

В области электроники и электронной техники теоретические и технологические исследования явились основой для создания совместно с сотрудниками НПО «Интеграл» впервые в СССР технологии производства интегральных микросхем на структурах металл – диэлектрик – полупроводник и организации их массового производства. Эта работа в 1984 г. удостоена Государственной премии БССР по науке и технике. Результаты работы успешно внедрены на предприятиях СССР и БССР с экономическим эффектом свыше 30 млн руб. Создана концепция бездефектного автоматизированного проектирования микросхем, базирующаяся на теории графов и включающая системотехнические, функциональные и технологические этапы. Совместно с сотрудниками НПО «ИНТЕГРАЛ» в 1985–1995 гг. освоено проектирование и производство более 100 типов микросхем — микропроцессоры, интерфейсные микросхемы, однокристалльные микроЭВМ и др., которые используются в машино- и приборостроении, вычислительной технике, медицине, в том числе устройствах управления автомобильными и тракторными двигателями, холодильниках, НЧ- и СВЧ-печах в системах диагностики — микро-

кардиоанализаторах, измерителях артериального давления и пульса, в контрольно-измерительных приборах различного функционального значения. Объем выпуска этих изделий в 1989–1995 гг. составил более 300 млн шт. на сумму свыше 150 млрд руб., из которых 32 млн микросхем на сумму свыше 5 млн дол. экспортировано в страны дальнего зарубежья.

В области теоретической физики с использованием вириала предложена обобщенная статистическая модель атома. На основе представления динамической симметрии дана строгая математическая интерпретация строению электронных оболочек атомов для всех химических элементов Периодической системы. Построена вторично квантованная волновая функция для представления перестройки одноэлектронных состояний в когерентные дипольнополяризованные состояния в наноструктурах и описания спинозависимого функционала распределения электронной плотности при самосогласованных расчетах в приближении «замороженного атома».

Л.И. Гурским создана научная школа, успешно работающая в области современных направлений науки и техники: 22 его ученика успешно защитили кандидатские диссертации, при его непосредственном участии в качестве научного консультанта защищено 9 докторских диссертаций, он автор более 300 научных работ (в их числе 7 монографий, учебник и 11 учебных пособий, 70 изобретений и патентов).

Сердечно поздравляем Леонида Ильича с юбилеем, желаем крепкого здоровья и новых творческих успехов!

УЗНАЕМ, УЧИМСЯ И СОТРУДНИЧАЕМ С ЗАРУБЕЖНЫМИ ПАРТНЕРАМИ

Линчук И.В.

Инженер-преподаватель, г. Витебск

Никто не станет отрицать выражения, что «все познается в сравнении», т. е. оборудование, техника, технологии, отношения людей к труду и образу бытия, всевозможные правила и законы и т. п. Одно из обстоятельств, когда особенно начинаешь присматриваться, сравнивать и анализировать — это зарубежные деловые поездки, где есть возможность своими глазами увидеть: и состояние индустрии; и используемое оборудование, технику, технологии; и бытовые условия; и культуру; и общение людей... В полезности таких поездок, безусловно, нет сомнений, т. к. что-то полезное из увиденного будет применено и в нашей стране, а что-то будет заимствованно у нас и использовано зарубежной страной. Далее речь пойдет об одной из развивающихся латиноамериканских стран — Венесуэле.

Природа, климат

Аэропорт. Первое впечатление, что попадаешь в иной мир, значительно отличающийся от привычного. Это и экзотические растения, и различные животные, которые гуляют сами по себе на воле, и изнурительное солнце с почти вертикальным расположением, и запахи, происходящие от флоры и фауны, и много другое. Жара невероятная, да еще и очень высокая влажность из-за близкого расположения моря. Листва растений и цветы есть с ярко насыщенными красками и более тусклые, готовые опасть на землю. Ближе к шести часам вечера по местному времени мгновенно становится темно, очень темно, за какие-то десять–пятнадцать минут. Зажигаются повсеместно огни и все вновь преобразуется. Аэропорт и город становятся другими — ярко насыщенный свет улиц, домов и рекламы создает впечатление какого-то «райского уголка». «Пробуждение» происходит также интенсивно, за какие-то считанные минуты становится светло и страна пробуждается к 5.30–6 часам утра. Но задолго до этого многие представители «пернатой гвардии», в основном попугаи и

куры, начинают периодически подавать голос, т. е. как и в нашей родной Беларуси с полчетвертого ночи. После шести утра солнце набирает силу, и жара вновь дает о себе знать. Если посмотреть по карте на страну с востока на запад, то после моря видны небольшие горы, затем равнина с реками, озерами, болотами, лесами, которая упирается в громаднейший горный массив (максимальная высота чуть более 5000 м). Снега здесь практически не бывает, если только в горных районах он изредка встречается. Дневная температура воздуха



Гостиница, г. Маремарес

в среднем достигает $+35 - +45^{\circ}\text{C}$ и выше (в тени), а ночная — не ниже $+20 - +25^{\circ}\text{C}$. И так в течение всего календарного года. Но когда наступает сезон дождей (конец мая — начало сентября), то температура немного снижается, а природа оживает — все бурно растет: и трава, и кустарник, и цветы, и деревья. Флора имеет ярко насыщенный цвет, зарождаются плоды. Люди ждут этого периода с нетерпением. Тропический дождь, как правило, чаще проходит во второй половине дня, но очень интенсивно, т. е. фактически это ливень от полудня до двух часов.



Двор гостиницы, 500-летнее дерево, г. Маремарес

Социальная среда

Есть крупные города, небольшие города, поселки и жилые постройки. Несмотря на сейсмоопасность региона встречаются многоэтажные дома в 12–16 этажей. Они построены по монолитной технологии. А в основном многоэтажные строения представлены в виде трех-четырёх этажных строений. Большинство жилья представляет собой одноэтажные особняки, которые покрыты натуральной черепицей, рядом навес (гараж для автомобилей, либо катера), а территория ограждена по периметру и во дворе растут пальмы, кустарниками и цветами.

В большинстве квартир и домов устанавливаются кондиционеры, даже по несколько единиц — в жилые комнаты, в холлы, в кухни. Жители страны достаточно уделяют внимание своему внешнему виду и питанию. Особенно это ярко выражено в городах. Аккуратные прически, мужчины чисто выбриты, одежда ухожена. С самого раннего утра работают на улицах пункты «быстрого питания», которые представляют собой контейнер на колесах с термосами либо отсеками для съестного и двухгорелочной газовой плитой (иногда грилем) и газовым баллоном с пропаном. Эти кухни на

колесах можно встретить и в жилых кварталах, и возле автобусных остановок, и возле учебных заведений — школ и университетов, и у обочин автомобильных дорог. Особенно их много возле магазинов и торговых центров, но потребителей это устраивает, а местные власти не чинят никаких препятствий владельцам таких пунктов «быстрого питания». По утрам на проезжей части либо перед перекрестками, а кое-где перед светофорами или «лежащими полицейскими» можно встретить продавцов, предлагающих кофе, сэндвич, свежую газету, мелкие безделушки и другие «тысячи мелочей». Водители, дорожная полиция, и вышеупо-



Жилой р-н, г. Анако

мянутые продавцы каким-то образом находят общий язык и конфликтов, как правило, не бывает. Разговаривая с местным таксистом, он отметил, что людям нужно дать заработать, главное — что бы слишком друг-другу не создавали никаких помех. Это один из примеров проявления толерантности. Ведь среди продавцов, водителей и представителей власти (полицейских) есть люди разной расы, национальности и гражданства, достатка, но они друг друга понимают.



Вход в гостиницу, пригород Анако

по проезжей части «рассекал» автобус «ПАЗ» старого поколения. Очень много мотоциклов без колясок, особенно в крупных городах, т. к. они наиболее мобильны и практичны в «автомобильных пробках». Шлемы, кстати, не всегда применяются, да и дорожная полиция на этом особо не заостряет внимание. Есть большой процент американских автомобилей из эпохи конца 60–70-х гг., но они все еще служат людям. У этих автомобилей достаточно приемлемый внешний

вид, но только топливо они потребляют в больших объемах, да и вредные выбросы в выхлопных газах оставляют желать лучшего. При общении с местными жителями, особенно водителями, многие интересовались производством автотракторной техники в Беларуси. Их интересовали «МАЗы» — грузовики и автобусы, а также тракторы «Беларус». Известно, что достигнута договоренность между Беларусью и Венесуэлой об открытии сборочных производств этой техники в этой стране. Дороги есть разные: очень хорошие бетонные и асфальтовые, широкие многополосные и узкие однополосные, ровные и с трещинами, ямами, выщербина-

Транспорт. Дороги. Придорожная инфраструктура

Наиболее распространенным и востребованным транспортом в этой стране является автомобиль. Нередко это небольшой грузовичок с кабиной от двух до шести мест и кузовом грузоподъемностью до полутора тонн. Много джипов и седанов. Преобладают такие марки, как «Шевроле», «Форд», а из европейских — «Фиат», «Рено», «Фольксваген», «Мерседес-Бенц». Встречаются российские «ВАЗы» — «шестерки», «семерки», «девятки», «нивы». Из азиатских автомобилей можно встретить «Тойота», «Ниссан», «Хонда». На улице города Анако — это север страны —



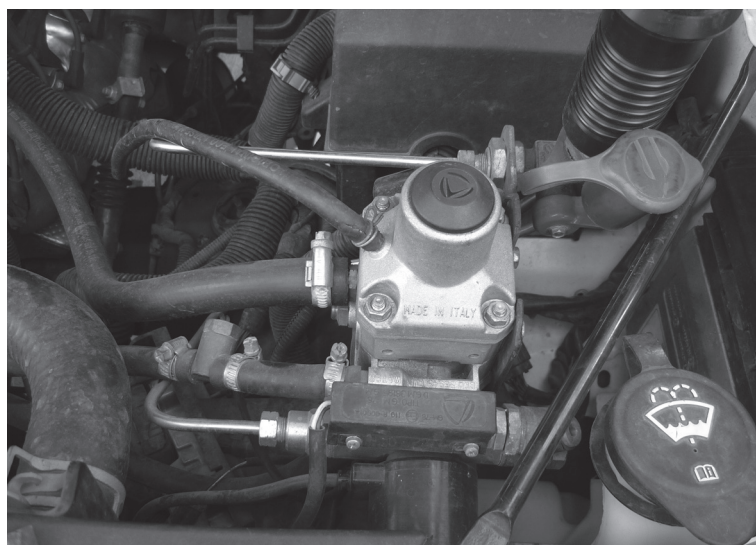
Установка баллонов СПГ на минигрузовике

ми. В городах и населенных пунктах располагаются автосервисы в виде станций технического обслуживания, пунктов по замене шин и масел. Некоторые из них находятся вдоль автотрасс с придорожными кафе, ресторанами и просто пунктами «быстрого питания». Автомобильных заправочных станций (АЗС) очень много, да и бензин дешевый. Например, за один доллар США в эквиваленте на местную денежную валюту можно пополнить бак автомобиля приблизительно на 50 л бензином марки «Экстра». Есть и другая марка бензина с немного худшим качеством, но все равно это очень хороший бензин, он, как правило, применяется для старых автомобилей либо грузовиков (для сравнения, полтора литра питьевой воды, также в эквиваленте, стоят один доллар США). Автомобили с дизельными двигателями встречаются крайне редко. А автомобили, работающие на природном газе либо на сжиженном «пропанбутане» встречаются еще реже, хотя газобаллонное оборудование используется в небольших грузовичках, но применяется всего лишь один–два баллона для сжатого природного газа, находящегося под давлением до 196 бар.

Можно увидеть газобаллонные автомобили с размещением баллонов на крыше кабины, либо в багажнике джипа. Регуляторы давления с электромагнитными клапанами и фильтром, располагаются под капотом моторного отсека. Газовые заправочные колонки, чаще всего, расположены на общих АЗС, где заправляются бензином и дизельным топливом.

Как таковой технический осмотр транспортных средств отсутствует. Но на государственных предприятиях самостоятельно контролируют техническое состояние транспорта.

Продолжение следует



Газобаллонное оборудование сжатого природного газа



*Комбинированная заправочная станция
(бензин – природный газ)*



Выезд из заправочной станции

УДК 621.926

СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ: ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сиваченко Л.А.

Белорусско-Российский университет, г. Могилев

ВВЕДЕНИЕ

Национальная безопасность любой страны включает в себя целый ряд фундаментальных составляющих, прежде всего политическую, военную, энергетическую, экономическую, технологическую, ресурсную, образовательную, экологическую и другие.

Эти составные части присущи любому суверенному государству, но их доля и влияние для этих стран в разный исторический момент различны. Для Республики Беларусь, вне всяких сомнений, доминируют политический, энергетический, технологический и ресурсный компоненты, что объясняется нашими условиями государственного устройства, географического положения и исторических реалий.

Остановимся на рассмотрении технологической составляющей как основы современной стратегии устойчивого развития. Под этим определением будем понимать системный анализ, организацию, создание, функционирование и совершенствование методов, средств и систем создания новых материалов, технологий и продукции для обеспечения жизнедеятельности людей и государства в целом на условиях минимального энергопотребления и ресурсопотребления.

Основой для этого является машиностроение, которое достаточно хорошо развито в Беларуси.

Современное машиностроение — комплекс отраслей промышленности, изготавливающих орудия труда, а также предметы и продукцию оборонного назначения. Без сомнения машиностро-

Сиваченко Леонид Александрович



Сиваченко Л.А., доктор технических наук, профессор Белорусско-Российского университета (г. Могилев), академик Международной инженерной академии, автор более 500 научных работ, в том числе 220 изобретений и патентов, специалист в области теории и практики комплексной переработки сырья и материалов путем интенсивных механических воздействий.

Уроженец г. Могилева, белорус. В 1977 г. закончил Могилевский машиностроительный институт по специальности «Строительные и дорожные машины», а в 1982 г. аспирантуру. В 1985 г. в ВНИИТранспортного строительства (г. Москва) защитил кандидатскую диссертацию, а в 1995 г. в академии химического машиностроения (г. Москва) — докторскую диссертацию. Награжден золотой медалью ВДНХ СССР. В 1978 г. прошел 6-месячное повышение квалификации в Московском автомобильно-дорожном институте, а в 1988 г.

6-месячную стажировку в ВНИПИ механической обработки полезных ископаемых (г. Ленинград). Ряд лет работал в рамках МНТК «Механобор». Имеет большие творческие связи с крупнейшими учеными и производственниками.

ение является основой промышленности любой страны и определяют ее технологический уровень в целом. Продукцией машиностроения являются машины, которые осуществляют преобразование энергии, материалов или информации [1].

Особую группу машин составляют рабочие или технологические машины, обеспечивающие переработку материалов с целью придания им нужных свойств или характеристик. По своей сути это орудия труда, выполняющие как отдельные функции, так и большой набор различных операций. Как правило, они объединены в единую функциональную цепь и изготавливаются производителями в виде технологических комплексов с автономными системами управления. Выпуск машин и оборудования для преобразования материалов в интересах человека производится различными отраслями машиностроения, которые можно объединить в единую группу — технологическое машиностроение.

Продукция этой отрасли машиностроения включает в себя технологические аппараты и оборудование для химической, пищевой, горно-рудной, металлургической отраслей промышленности, агрегатов для стройиндустрии и производства строительных материалов, сельского хозяйства, переработки отходов, порошковой металлургии, создание аппаратов для нанотехнологий, подготовки топлива к использованию, бытовой техники и ряда других.

СОВРЕМЕННЫЙ УКЛАД ПРОИЗВОДСТВА

На основе анализа издержек и резервов существующих производств разработана технологическая концепция развития машиностроения. Автор ставил своей целью выявить только те составляющие путей интенсификации, которые, во-первых, являются действительно значимыми, во-вторых, ранее в достаточном объеме или вообще не были исследованы и, в-третьих, предложить методы решения этой глобальной задачи и выйти на путь устойчивого развития. Прогресс сегодня — это эффективный технологический уклад (ТУ) экономики, подчиненный основной цели — всемерному повышению уровня жизни народа и завоеванию достойного места в мире. Реализовано это может быть только при условии, что все инновационные, созидательные силы общества должны быть объединены общей генеральной идеей.

Современную экономику можно образно определить тем, что производится, и тем, как производится основная часть валового продукта. Технологическую структуру следует рассматривать на трех уровнях: микроуровень — постоянное обновление моделей продукции и совершенствование ее параметров; мезоуровень — происходящая с периодичностью примерно в 10 лет смена поколений техники, обновление активной части основных фондов, что лежит в основе среднесрочных экономических циклов; макроуровень —

Сиваченко Л.А. — основатель нового научного направления — адаптивных методов воздействия на обрабатываемую среду и создания на их основе новых материалов, технологий и оборудования для измельчения, смешивания, диспергирования, классификации, механотермической обработки, механоактивации, обогащения, гранулирования, сушки и т. д. Член ряда советов по защите диссертаций в Беларуси и России.

Будучи студентом, предложил новый тип технологических машин — пружинные аппараты многоцелевого назначения. Сейчас это оборудование используется во многих отраслях и успешно развивается. Позже были предложены и сейчас разрабатываются другие типы конструкций — ресорные, волоконные, стержневые, пластинчатые, дробилки ударного действия, а также технологические линии и комплексы на их основе.

На базе проведенных исследований разработаны, изготовлены и внедрены в промышленность 800 технологических аппаратов 60 типоразмеров производительностью от 10 кг/ч до 100 т/ч. Под руководством или при творческом участии автора защищены 3 докторские и около 30 кандидатских диссертаций в Белоруссии, России, Украине, Казахстане и Израиле. В 1992 г. им организована и проведена единственная в истории Беларуси Международная научно-техническая конференция по механохимии и механоактивации.

Профессор Сиваченко Л.А. — разработчик технологической концепции устойчивого развития — нового взгляда на сложившуюся ситуацию и пути повышения эффективности перевооружения промышленного комплекса с целью обеспечения национальной безопасности.

развертывающаяся примерно раз в 50 лет смена лидирующих (ТУ) [1].

Соотношение способов производства технологических укладов и поколений техники в структуре продукции общественного воспроизводства называется технологической структурой экономики. Она выражает удельный вес прогрессивных, традиционных и реликтовых укладов в составе инновационного и производственного потенциалов, что предопределяет эффективность и восприимчивость к переменам ее экономики и конкурентоспособность продукции.

Каждый технологический уклад состоит из нескольких научно-технических циклов, а каждый цикл — из пяти последовательно сменяющихся друг друга фаз: зарождение, становление, распространение, зрелость, старение.

Согласно терминологии, принятой в последнее время при анализе и планировании научно-технического прогресса, под новым поколением техники понимают систему машин, оборудования, технологических процессов, энергетических источников, которая реализует новаторские изобретения, обеспечивает резкое повышение технического уровня системы. Жизненный цикл одного поколения техники охватывает пять фаз: создание (0), освоение (1), распространение (2), стабильность, или зрелость (3), и старение (4), что показано на рис. 1. Графическая модель смены поколений техники (I–IV) изображена на рис. 2.

Жизненный цикл поколений техники не есть строго отмеченный отрезок времени. Это, как правило, разновременные периоды, зависящие от целого ряда объективных и субъективных факторов. Есть здесь и уникальные примеры, например, шаровая мельница, жизненный цикл которой превышает продолжительность жизни нескольких других объектов техники.

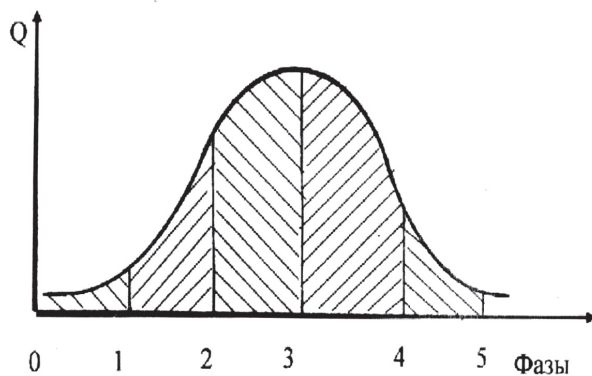


Рис. 1. Фазы жизненного цикла одного поколения техники: Q — объем производства

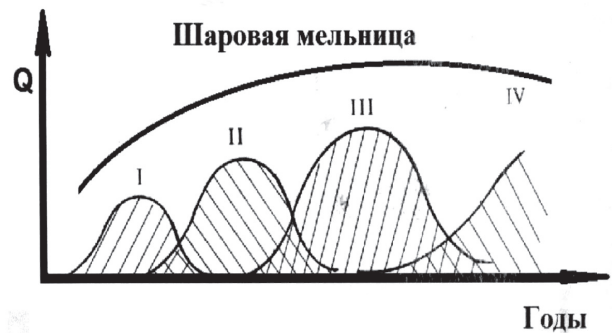


Рис. 2. Графическая модель смены поколений техники

Графическая модель смены (ТУ) изображена на рис. 3. Она характеризует периодичность и закономерность всего эволюционного развития — уклады А, В, С, Д. Это мускульная сила человека и животных; применение машинной индустрии 2-й половины XIX в.; автомобилизация; компьютеризация и т. д. Модель однозначно показывает возможность перехода на следующий технологический уклад для стран с более низким укладом, но не указывает конкретных способов. А они есть. Например, продажа своих ресурсов, как это было с Объединенными Арабскими Эмиратами; заимствование новейших технологий — Япония; экстенсивное развитие экономики — СССР (30–50 гг.); ФРГ — изменение мышления государства в пользу своих граждан и т. д.

Мы можем завоевать высокое место в мире, но для начала требуется сделать следующее: консолидироваться, утвердиться в национальной идее, выработать программу развития. Дальнейшее продвижение к прогрессу будет очень трудным и долгим, очевидно, лет 50–60. А чтобы это стало возможным, нам надо прирастить свой валовый внутренний совокупный продукт на величину затрачиваемого треугольника на рис. 3. Иллюстративно это хорошо представлено. Линия развития умышленно дана без плавного перехода, а он будет по меньшей мере с одной галтельной кривой. Проекция этого перехода на временную ось — это и есть время зарождения и начала развития реформ. Самое главное — найти ресурсы для преобразования самосознания людей и развития экономики.

Мы находимся на ниспадающей ветви технологического уклада. Подобный старт характеризуется двумя особенностями. Во-первых, минимумом средств в казне государства, во-вторых, максимумом возможностей у идеологов преобразований и развития. Именно сейчас нужно



Рис. 3. Графическая модель смены технологических укладов

формировать новый (ТУ) — потом будет поздно. Революционные сдвиги в развитии техники связаны с формированием нового ТУ в определенной ее области, означающего переход к новому физическому принципу организации производств, что приводит к качественному скачку в их эффективности.

Сейчас мы должны формировать концепцию своего развития не только на среднесрочный период, т. е. на 15–20 лет, но, главное, на долгосрочный — 50 и более лет. Законы развития общества таковы, что мы сейчас не в состоянии войти в элитную часть Мирового Сообщества государств с развитой экономикой. Предстоит титаническая работа по выработке «маршрута» такого пути и его реализации [2–4].

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Вступление человечества в XXI в. приведет к изменению всей геоэкономической структуры в мире. Ресурсы, которые мы можем использовать, требуют рачительного и дифференцированного использования. Главным резервом снижения издержек общества является совершенствование

производств, на которых производится комплексная переработка вещества и получается продукт, используемый для удовлетворения техногенных и бытовых потребностей — это цементные и горно-обогатительные комбинаты, кирпичные и силикатные заводы, комплексы по производству химического сырья, удобрений, строительных материалов и изделий, бумаги, новых композиционных материалов, твердого топлива, боеприпасов, пищевых продуктов, регенерации промышленных и бытовых отходов и т. д.

Сейчас на эти цели расходуется до 50–55 % всей вырабатываемой электроэнергии и 35–38 % всех остальных видов энергоресурсов. Доля эта будет неуклонно вырастать.

Дефицит энергии, острейшие экологические проблемы, ухудшение здоровья людей, нехватка производственных возможностей делают эту область наиболее отсталой и запущенной. Следует признать, что основные идеи, заложенные в технологии переработки сырья и материалов, разработаны еще в XIX в. [1, 2].

В целом XIX в. оказался эпохальным в истории человечества, как выход на машинный способ производства. Первостепенное значение при этом имели добыча, транспортирование и переработка природных ресурсов, сырья и материалов. Лучшие умы человечества упорным трудом создали индустриальную базу в глобальном измерении. Производство осуществлялось по принципу «любой ценой», издержки никто не считал, а они касались не только энергии, топлива или трудовых затрат. В обогатительных производствах, например, 50 % и более целевого минерала уходило в хвосты. Такая идеология, к сожалению, в основе своей действует и в настоящее время.

Разработанные в то время машины и агрегаты и сегодня являются не только самыми крупными из всех созданных людьми, но и самыми несовершенными, так как заложенные в них принципы

действия соответствовали уровню знаний того времени. В XIX в. начали работать промышленные рудники и шахты, построены железные дороги и порты, введены в эксплуатацию металлургические заводы, создана машиностроительная отрасль, строятся крупные инженерные сооружения...; а на пороге глобальные военные действия — передел созданной собственности.

Снова лучшие творческие силы мобилизуются, но уже на обслуживание индустрии войны. По большому счету этот процесс продолжается и сейчас. Наука в первую очередь обслуживает транспорт, связь, ядерную технику, кибернетику, космонавтику. Описываемая же нами область деятельности и до сих пор не стала развиваться в направлении высоких технологий и здравого смысла. Крупнейшим предприятиям-изготовителям выгоднее произвести, например, одну вращающуюся печь стоимостью 8 млн дол. и продать конкретному заказчику, пользующемуся, как правило, поддержкой и финансами государства, чем делать дюжину агрегатов и рыскать по миру в поисках покупателей. Эта техника является в значительной мере подконтрольной государству с точки зрения принятия решения о финансировании ее приобретения. Это большие деньги и возможности для чиновников получить свои «комиссионные».

Таким образом, вывод напрашивается сам собой. Современная область переработки сырья и материалов относится к реликтовому и даже архаичному ТУ. Изменить положение чрезвычайно сложно. Здесь требуется особая политика государства с выполнением системного анализа и принятием научно обоснованных решений. Наука дает видение этой проблемы и показывает пути ее решения. Затраты по этим технологическим циклам можно уменьшать в 2–3 раза, а в ряде случаев в 5–10 раз. Концепции такой «революции» по отдельным направлениям уже разработаны, и ведется их локальное внедрение [2, 5, 6]. Делать это следует на основе систематизации базовых видов переработки материалов, выбора наиболее «уязвимых» мест в оборудовании и технологиях и их устранения за счет применения новейших разработок. Такие разработки есть, и их реализация позволит нам начать широкомасштабное технологическое перевооружение всей экономики [2, 7, 8].

Вообще, процесс «преобразования» вещества — это не только разрушение. Это смешивание, транспорт, классификация, сушка, обжиг, механическая активация, механосинтез, прессование, гра-

нулирование, экстракция и т. д. В технологиях переработки веществ мы пока находимся на мировом уровне и, вложив сюда средства, превзойдем остальных. Главное — это беспроблемная инновация в развитие, особенно с точки зрения энергосбережения.

В качестве главного и неучтенного источника энергосбережения, по-нашему мнению, являются дезинтеграторные техника и технологии. Колоссальные издержки, связанные с измельчением, на что уходит до 15 % всей вырабатываемой электроэнергии (в промышленности стройматериалов эта величина достигает 30 %) при КПД машин, как правило, ниже 1 % (для шаровой мельницы, к примеру — 0,06 %), делают эти процессы самыми несовершенными во всем производственном цикле. Обусловлено это все как отсталостью всего технологического цикла, так и собственно машин для дезинтеграции [2, 9].

К этому следует добавить: такими же затратными являются и тепловые стадии технологий (сушка, обжиг, автоклавирование и др.). Правильное сочетание всех видов обработки материалов даст не только огромную экономию производственных издержек, но и позволит получать изделия с новым уровнем потребительских свойств, например повышать термическое сопротивление зданий и сооружений, на отопление которых расходуется сейчас 45 % всех ТЭР. В машиностроении специалисты хорошо знают, что уменьшение веса зубчатого колеса на 1 кг приводит к снижению веса редуктора на 2,5 кг, а машины, где этот механизм используется, на 7,5 кг [10]. Этот пример ярко показывает аддитивную сущность проблемы, подчеркивает многофакторность и технологическую наследственность.

У нас имеется огромный скрытый резерв интенсификации научно-технологической сферы с выходом на выпуск продукции в заметных количествах. Речь идет о том, что большое количество ученых и специалистов владеет секретом производства целого ряда товаров, изделий и материалов. Они есть в каждом городе, в каждом вузе, НИИ и т. д. Им надо дать такую возможность. Главная трудность во всем этом — отсутствие у этих людей основных средств. Здесь приватизацию можно провести «принудительно», т. е. предоставить этим людям основные средства под залог выпуска наукоемкой продукции. Практических результатов долго ждать не придется.

Для пояснения закономерностей функционирования сложных систем приведем модель организованного преобразования объекта. Первона-

чально такая модель разрабатывалась для анализа процессов смесеобразования, тепло- и массообмена. Сейчас мы предлагаем ее без изменения символов и обозначений для объяснения поведения систем в сложных условиях при долгосрочном планировании. За главную целевую функцию изменения свойств объекта примем поверхность взаимодействия между его составляющими — черными и белыми компонентами. Кинетика и энергетика таких взаимодействий и есть искомая функция, определяющая весь комплекс свойств и особенностей поведения исследуемой системы;

Воспользуемся соответствующими рисунками. На рис. 4 приведена модель организованного преобразования объекта во времени. Наша задача — организовать процесс с минимумом издержек. Издержка — дополнительные финансовые затраты, экологические выбросы, волонтаризм в принятии решений и т. д. Их можно минимизировать путем условного максимального обновления поверхности за каждый единичный акт/закон, программа перевооружения, льготное налогообложение и т. д.

Каждый из участников процесса или событий по мере эволюции корректируется с целью минимизации внешних и внутренних возмущающих воздействий. Это должно проявляться в снижении риска, в данном случае концентрации

одноцветных компонентов. Достигается тем, что реально производится развитие системы по закону минимальных объемов и происходит следующим образом. Каждый из крупных объектов делится на две равные части и перемещается друг относительно друга до получения наибольшей поверхности взаимодействия относительно одной из осей трехмерной системы координат — утверждение национальной идеи, разработка программы развития, принятие конституции и т. д. Затем процесс повторяется и образовавшиеся объемы делятся пополам и перемещаются относительно другой оси. Это можно отождествлять, например, с комплексом новых прогрессивных законов. Совокупный процесс объемного манипулирования продолжается до образования объемов, геометрически подобных исходным. Затем из общего объема вычлняются уже меньшие объемы, т. е. $1/8$ части исходных, и с ними производятся те же действия или события, которые были описаны ниже. Например, события перемещаются в министерства и ведомства. По мере увеличения «однородности» (насыщенности информацией, финансами, новой техникой и т. д.) воздействие осуществляется на все меньшие объемы при соответствующем увеличении числа зон и скоростей перемещения. Алгоритм действий по управлению системой приведен на рис. 5 [11].

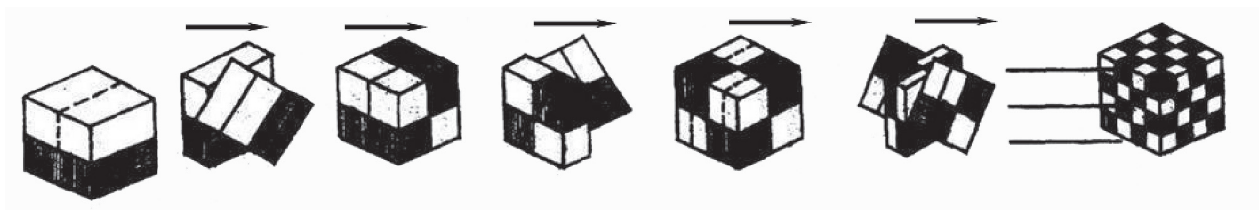


Рис. 4. Модель организованного преобразования объекта

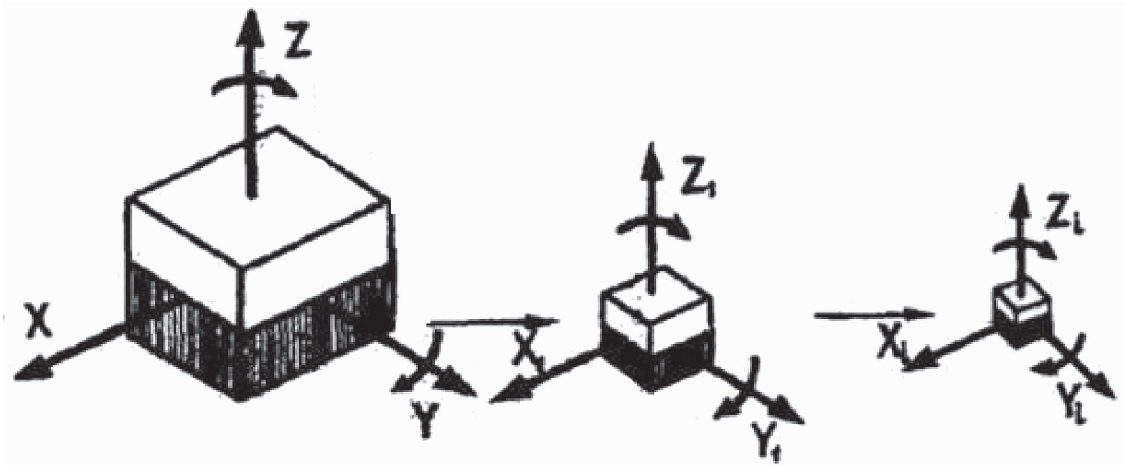


Рис. 5. Алгоритм действий по управлению системы

Описанный алгоритм позволяет с высокой интенсивностью изменять параметры системы, т. е. управлять ею в нужном для нас направлении. Его физический смысл сводится к последовательной стадии действий по распределению работы или нагрузки, связанной с развитием системы, на всех ее участках. Зюг-процесс должен происходить сверху донизу. Президент – Совет Министров – министерства – ведомства – предприятия – структурные подразделения – творческие коллективы – личности. Схема изменения параметров участников процесса приведена на рис. 5. У истоков развития круг участников, обосновывающих и предлагающих пути решения, должен быть минимален по составу, но интеллектуальный уровень этих людей должен быть высочайшим. Это должна быть элитная часть общества. Напротив, по мере развертывания реформ в ней должно быть максимально задействованных участников. Революции организуют вожди, а претворяют в жизнь народные массы.

Закономерность функционирования всей системы управления, представленная на рис. 6, показывает принципиальные различия в результативности детерминированного (организованного) и стохастического (случайного) подходов в достижении поставленной цели.

График показывает перспективы «жесткого» планирования на начальном этапе с выходом на «мягкое самоопределение» на стадии выхода системы в режим автономного энергетического движения. Заштрихованная область между линиями стохастического и организованного развития — краткосрочное снятие напряжений в обществе путем, например, повышения налогообложения, таможенных сборов и т. д.

Организация нового ТУ должна строиться не на производстве отдельных изделий или машин,

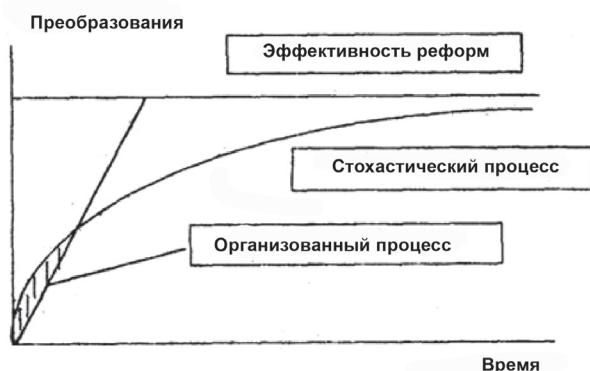


Рис. 6. Закономерности функционирования системы управления

а на выпуске самых совершенных технологических комплексов. Подобный подход можно прогнозировать как беспроигрышный с точки зрения осуществления научно-технологических инноваций и завоевывания нами передовых позиций в мире. Сейчас технологическая ниша, связанная с созданием высокоэффективных технологий и оборудования для переработки веществ, остается потенциально свободной и ее освоение для нас не только реально, но и жизненно необходимо для обеспечения своих внутренних потребностей.

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Сегодняшний и будущий технический облик цивилизации определяется бурным развитием информационных технологий, обеспечивающих качественно новые связи внутри человечества. На концептуальные позиции, позволяющие создавать материальную основу развития и связь информационных систем с внешним машинным миром, выдвигается технология микросистем и микросистемная техника [12]. Привнесение в производство устройств и механизмов современной технологии массового производства, свойственной микроэлектронике, признано революционной идеей. Это сочетание открывает возможности производить уникальные многофункциональные устройства с микронными размерами и низкой стоимостью.

Как известно, ученые, работавшие в области микроэлектроники и сумевшие воплотить теоретический научный задел в первых интегральных микросхемах 1958–61-х гг., предопределили последовавшие потрясающие достижения в этой области. Развитие микросистемной техники для научно-технического прогресса может иметь такие же последствия, какие оказало появление микроэлектроники на становление и современное состояние ведущих областей науки и техники. Целью микросистемной техники является создание в ограниченном объеме микросистем, представляющих собой упорядоченные композиции областей с заданным составом, структурой и геометрией, обеспечивающих реализацию процессов генерации, преобразования, передачи энергии, механического движения и электромагнитных сигналов в сочетании с процессами восприятия, обработки, хранения и передачи информации с целью выполнения заданных операций и действий [12].

Для осуществления нашей промышленностью качественного скачка необходимо решить задачу объединения технологий, уже освоенных отечественной микроэлектроникой, с технологиями ма-

шиностроения и приборостроения. Новые задачи в проектировании связаны с необходимостью решения комплексных междисциплинарных проблем механики деформируемого твердого тела, термомеханики, газо- и гидродинамики, тепло-массопереноса, оптики, электростатики и электромагнетизма и т. д. Требуется разработка новых подходов ко всем составляющим цикла проектирование – производство, разработки новых технологий, производства новых материалов.

«Технологические тайны» микромира в союзе с крупнотоннажными и затратными переделами в преобразовании вещества являются именно той стартовой платформой, которая должна создать новые интеллектуальные системы и формы организации их функционирования.

Современный уровень знаний требует активной ревизии не только издержек, но и потенциальных возможностей орудий, методов и принципов проведения всех стадий переработки техногенного сырья и материалов.

Воздействие внешних полей на обрабатываемый материал приводит к изменению свойств материала в динамике. Следует различать непосредственное воздействие внешних полей на среду и последствие — остаточные эффекты изменения в ней после снятия внешнего поля. При этом либо полученный результат сохраняется, либо инициируемый эффект является необратимым [6].

Для воздействия используются следующие поля:

1) механическое — вызывает изменение напряженно-деформированного состояния горных пород, а также приводит к нагреву, повышению химической активности и т. д.;

2) тепловое — вызывает термические напряжения, полиморфные превращения, изменение агрегатного состояния;

3) электрическое — вызывает смещение частиц в материале — поляризацию, нагрев, изменение химического состава, появление механического напряжения или разрушения (явление пробоя);

4) магнитное — вызывает нагрев породы;

5) электромагнитное — воздействует на материал комплексно — как магнитной, так и электрической составляющей;

6) радиационное — вызывает физико-механические изменения, изменение химического состава и строения материала;

7) вещественное — всевозможные жидкие, газообразные среды и твердые вещества способны самостоятельно воздействовать на минеральную

фазу, изменять поверхностную энергию, вступать в химические реакции.

Каждое такое поле характеризуется индивидуальным набором характеристик, определяющих его интенсивность, динамику и кинетику изменения во времени и распределения в пространстве. Численные значения характеристик представляют собой режимы воздействия на материал и должны подбираться в каждом конкретном случае.

Для составления наиболее полной классификации аномальных эффектов, управляющих видами воздействия на обрабатываемый материал, физико-механическими свойствами, фракционным составом, реологическими факторами и другими, необходимо проведение комплекса теоретических и экспериментальных исследований, сбор и обобщение уже выполненных исследований, в том числе и в других областях. Это позволит создавать новые высокоэффективные машины и технологии в области новых технологий комплексной переработки дисперсных сред.

Необычайно широкий диапазон выполненных в различных отраслях исследований в рамках технологического материаловедения дает нам все основания, собрав эти материалы воедино и обобщив соответствующим образом, создавать принципиально новые технологические процессы, материалы, изделия и оборудование не прибегая к дорогостоящим, сложным и длительным исследованиям. Без сомнения такую работу сможет выполнить только организация с большим штатом высококлассных специалистов.

У нас имеется огромный скрытый резерв интенсификации научно-технологической сферы с выходом на выпуск продукции в значительных количествах. Речь идет о том, что большое количество ученых и специалистов владеет секретом производства целого ряда товаров, изделий и материалов. Они есть в каждом городе, в каждом вузе, НИИ и т. д. Им надо дать такую возможность. Главная трудность во всем этом — отсутствие у этих людей основных средств и возможности работать в нужном направлении. Нужно предоставить этим людям основные средства под залог выпуска наукоемкой продукции. Практических результатов долго ждать не придется.

Для осуществления нашей промышленностью качественного скачка необходимо решить задачу объединения технологий, уже освоенных передовыми отраслями, с технологиями машиностроения и приборостроения. Новые задачи в проектировании связаны с необходимостью решения комплексных междисциплинарных про-

блем механики деформируемого твердого тела, вычислительной техники, физико-химической механики, газо- и гидродинамики, тепломассопереноса, оптики, кристаллографии, физики высоких энергий и т. д.

«Технологические тайны» микромира в союзе с крупнотоннажными и затратными пределами в преобразовании вещества являются именно той стартовой платформой, которая должна создать новые интеллектуальные системы и формы организации их функционирования.

Одну из главенствующих позиций здесь займет технологическая вибротехника, которая имеет хорошие традиции, высококвалифицированные кадры и может решить самые сложные проблемы.

Генеральной линией технологической промышленной революции является формула «сырье – искомый материал – технология – базовое оборудование – компоновочные решения предприятия – кадры – система управления – сбыт» – инновации».

Перевооружение предприятий требует самой тесной связи с сырьевой базой, технологией, оборудованием, проектно-компоновочными решениями, системой управления, квалифицированными кадрами. Это системная проблема и решаться она должна в комплексе.

В рамках рассматриваемой проблемы следует особо выделить две группы существующих технологий: макротехнологии и микро (нанотехнологии). Макротехнологии связаны с переработкой огромных количеств материалов и применением очень крупных машин. Они определяют общий уровень затрат и является головными стадиями промышленного производства. Их сущность на примере технологических машин раскрыта нами ранее.

Нанотехнологии являются одним из основных приоритетных научных направлений в мире. Под нанофазными понимают материалы с размерами частиц от 1 до 100 нм (минимум) и от 100 нм до 10 мкм (максимум). Повышенная поверхностная энергия и экстремальные условия образования наночастиц приводят к метастабильному состоянию материалов, находящихся в ультрадисперсном состоянии. За счет этого, в частности, существенно улучшается целый комплекс их физико-механических свойств [7, 8]. В ближайшие десятилетия нанотехнологии существенно изменят весь технологический уклад производства.

Предлагаемая нами технологическая концепция стратегии устойчивого развития относится, прежде всего, к области промышленного про-

изводства и базируется на машиностроении, которое является основой всей экономики. Технологический прорыв в мире в наше время возможен только благодаря выбору нужного направления развития и сосредоточения на нем необходимых ресурсов. Совершенно очевидно, что «новое» машиностроение должно создавать высокоэффективные технологические комплексы и системы для получения материалов и изделий путем эффективной переработки техногенных продуктов и реализации резервов, интеграции производств.

Развитие технологической основы общества идет по определенной закономерности. В простейшем ее представлении это цепь последовательно сменяющих друг друга набора методов и средств воздействия на окружающую среду и ее преобразование: мускульная сила человека и животных, энергия ветра и воды, паровая машина, двигатель внутреннего сгорания, электродвигатель, станок, автомобиль, технологическая линия, завод, отрасль. Затраты на создание новейших технологических систем очень велики, а их производство доступно только крупным странам или транснациональным компаниям. Рынок в этой сфере отличается высокой корпоративностью и жестко контролируется фирмами-производителями.

Межотраслевой анализ народного хозяйства дает основания утверждать, что локомотивом ее развития является машиностроение и прежде всего технологическое.

Наша страна импортирует огромное количество технологического оборудования: цементные заводы, линии по производству щебня, силикатных изделий, пищевых продуктов, карьерную и дорожную технику, асфальтобетонные заводы, аппараты для химических производств, тепловые агрегаты, механизированный инструмент и многое другое.

Например, из нужного нам измельчительного оборудования, и это основа многих производств, 95–96 % импортируется, что в совокупности с сопутствующими узлами, агрегатами и системами управления выливается в значительную сумму. Несомненно, что 3/4 из этого количества мы способны производить сами и даже продавать другим.

На протяжении последних столетий успешное развитие любого государства уже невозможно без промышленного производства, особенно машиностроения. Сейчас в составе последнего наиболее значимым для экономики в целом является технологическое машиностроение. Его продукция характеризуется чрезвычайно широким многообразием и сложностью. Здесь уже давно осу-

ществляем переход от выпуска отдельных машин к выпуску системы машин — технологических комплексов (ТК), обеспечивающих выполнение всех стадий производственного цикла.

Научно-методических основ создания высокоэффективных технологических комплексов для переработки и производства большинства материалов и изделий до сих пор нет и объясняется отсутствием следующих основных компонентов в системе проектирования:

а) концептуально-методических основ — устоявшихся взглядов, отношения научной общест­венности, исторического опыта, подготовлен­ных специалистов;

б) фундаментального изучения — выявления закономерностей, количественно-качественных характеристик, системного обобщения и форми­рования научного знания;

в) прикладного — практического опыта, ре­зультатов производственной наработки.

Наука о проектировании ТК в настоящее время не сформирована, отсутствуют научные зна­ния по компоненте «а», по компоненте «б» есть только разрозненные положения, а компонен­та «в» содержит в основном систематизацию и обобщение опыта с ограниченным диапазоном применения научного обобщения.

Проектирование современных ТК требуют ре­шения многих проблем. Важнейшие из них сле­дующие:

- научного назначения;
- обоснование выбора аппаратов нужного на­значения;
- составление и оптимизация структуры ТК на уровне предприятия;
- выбор типов базового оборудования и разра­ботка оптимальных маршрутов переработки;
- расчет необходимого количества и производи­тельности оборудования с учетом его фактической работоспособности в заданных условиях работы;
- оптимальное размещение (компоновка) основного и вспомогательного оборудования;
- учет факторов производственной неопреде­ленности при проектировании ТК;
- оптимизация технологических процессов,

структуры ТК и организации производственных процессов с точки зрения эффективности произ­водства конечной продукции;

– создание систем автоматизированного про­ектирования и управления ТК;

– подготовка высококвалифицированных кад­ров.

Результатирующее правило конкурентной бор­бы в инновационной сфере — преимущество на­ступающих. Это и предопределяет идеологию на­шего поведения, которая должна быть нацелена на создание высококонкурентной продукции.

Отдельно следует остановиться на рынке про­дукции проектирования технологических ком­плексов и заводов. Это ниша интеллектуального развития рассчитана на продажу лицензии и про­ектов, авторского контроля и консультаций, подоб­но разработке программных продуктов для ЭВМ, систем проектирования и АСУ, сейчас только на­чинает формироваться и обещает большие эконо­мические и социальные выгоды его участникам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В существующих условиях Беларуси необхо­дим переход к новому технологическому спосо­бу производства на основе VTU и интенсивная интеграция в международное разделение труда на базе конкурентных преимуществ в некоторых технологических компонентах или их совокупно­стях. Потребуется инвентаризация и соответству­ющая оценка научно-технического потенциала для выявления направлений технологического прорыва, по которым Беларусь может в перспек­тиве лидировать или по крайней мере находиться на мировом уровне, сконцентрировав ограничен­ные государственные ресурсы на поддержке этих приоритетов. Спасительным выходом из создав­шейся ситуации могут быть крупные проекты и технологические альянсы с другими государства­ми, прежде всего с Россией, но это требует кроме эффективных научно-технических разработок и политической воли на самом высоком уровне.

Представляемая автором последующая инфор­мация является одной из попыток выявить реаль­ные резервы научно-технологического развития и представить возможные пути их реализации.

Список источников

1. Слонимский, А.А. Научный потенциал и проблемы трансформации технологической структуры Республики Беларусь / А.А. Слонимский // Изв. БИА. — 1996. — № 1. — С. 30–38.
2. Селективное разрушение материалов / В.И. Ревнивцев [и др.]. — М.: Недра, 1988. — 312 с.
3. Хайнике, Г. Трибохимия / Г. Хайнике. — М.: Мир, 1987. — 584 с.
4. Сиваченко, Л.А. Новая концепция развития помольной техники / Л.А. Сиваченко // Обогащение руд. — 1994. — № 1. — С. 36–41.

5. Технологические проблемы измельчения и механоактивации: матер. науч. техн. семинара стран содружества. — Могилев, 1993. — 278 с.
6. Сиваченко, Л.А. Решение проблем измельчения и дезинтеграторных технологий / Л.А. Сиваченко // Строительные и дорожные машины. — 2005. — № 11. — С. 31–34.
7. Витязь, П.А. Высокие технологии и наноматериалы в строительной индустрии / П.А. Витязь, В.Г. Горобцов // Строительная наука. — Минск, 2009. — № 6. — С. 4–16.
8. Сиваченко, Л.А. Технологическая вибротехника и ее развитие / Л.А. Сиваченко // Сб. науч. тр.: Вибрационные механизмы и технологии. — Курск: КГТУ, 2008. — С. 26–35.
9. Акунов, В.И. О нормальном ряде измельчителей: научное сообщение № 32 ВНИИТИСМ / В.И. Акунов. — М.: ГОССТРОЙИЗДАТ, 1958. — 86 с.
10. Громан, М.Б. Нормализация зубчатых колес / М.Б. Громан, П.С. Зак, М.А. Шлейфер. — М.: Госстандарт, 1967. — 284 с.
11. Сиваченко, Л.А. Технологическая версия развития в XXI веке / Л.А. Сиваченко, С.С. Гаврюшин // Перспективные технологии, материалы и системы: сб. науч. тр. — Могилев: МГТУ, 2001. — С. 438–446.
12. Региональные проблемы стратегии устойчивого развития России: сб. науч. ст. / под ред. Гаврюшина С.С. — М.: МЦОС «Аванта», 1999. — 336 с.

Продолжение в следующих номерах

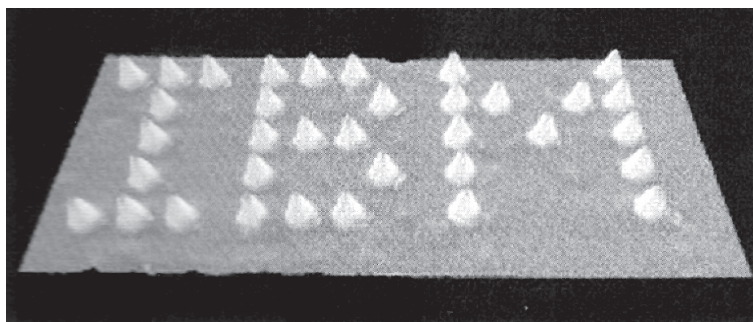
21-Й ГОД НАНОТЕХНОЛОГИЙ

(из журнала «СВАРЩИК в Белоруссии» №4(41) 2010)

28 сентября 1989 г. Дон Эйглер из ИВМ стал первым человеком, которому удалось проконтролировать передвижение отдельных атомов.

Команда ученых под его руководством использовала специально созданный микроскоп, чтобы выложить аббревиатуру «ИВМ» из 35 атомов ксенона.

Эйглер создал свой сканирующий туннельный микроскоп для наблюдения и экспериментов с отдельными молекулами и атомами. В процессе экспериментов ученый обнаружил, что при помощи микроскопа может передвигать отдельные атомы по поверхности. Для демонстрации точности и воспроизводимости эксперимента и была создана знаменитая теперь надпись «ИВМ».



Достижение Дона Эйглера до сих пор остается одним из наиболее важных прорывов в нанотехнологиях. Понимание свойств, движения и взаимодействия различных материалов

в наномасштабах является жизненно важным для создания более быстрых и энергосберегающих процессоров и памяти. Это открывает и новые горизонты в сфере пер-

сонализованного здравоохранения. Уже сейчас возможность манипулировать атомами приводит к созданию новых типов материалов и продуктов.

Исследования ученых продолжают. И кто знает, возможно, открытия, сделанные благодаря Дону Эйглеру, совершенно изменят нашу жизнь.

www.iscience.ru

Открыт эффект «холодной сварки» наноструктур

Исследователи из Университета Райса. Национальной лаборатории Сандия и Университета Брауна (США) обнаружили способность нанопроводов диаметром 3–10 нм объединяться друг с другом при относительно невысоком приложенном давлении и без нагревания.

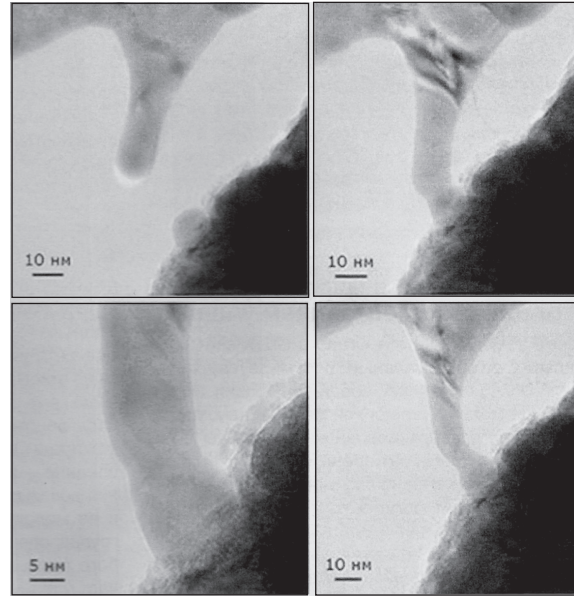
Открытие было сделано случайно. Ученые намеревались определить прочность золотого нанопровода на растяжение, используя просвечивающий электронный микроскоп и атомносиловую микроскоп, к кантилеверу которого был прикреплен конец провода. Разорвав образец, авторы измерили интересовавшую их величину, после чего концы нанопровода вошли в контакт друг с другом. К удивлению исследователей, целостность провода восстановилась, причем его прочность, как показали измерения, несколько не уменьшилась.

Не сказались на характеристиках образцов и многократные разрывы и соединения: провода никогда не разрушались в месте «сварки», а при оценке их электрической проводимости всякий раз получались примерно одинаковые результаты.

Основными факторами успешного соединения авторы называют монокристаллическую структуру нанопровода и совпадение ориентации кристаллов.

«При выполнении этих условий нам удалось, к примеру, связать между собой золотой и серебряный образцы», — рассказывает участник работ Цзюнь Лоу (Jun Lou). По мнению г-на Лоу, новая методика «холодной сварки» может применяться для получения массивов нанопроводов сложной конфигурации.

www.weldingsite.com.ua

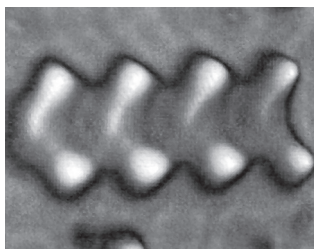


Самый маленький в мире

сверхпроводник стал достоянием ученых

Ученые из Университета Огайо в США сообщили об открытии самого маленького в мире сверхпроводника. Он представляет собой тончайший лист в четыре пары молекул, толщиной менее 1 нм. На базе данного сверхпроводника инженеры в самое ближайшее время намерены создать сверхпроводящие соединения наномасштаба. Использоваться такие разработки могут в компактных электронных устройствах и специализированной электронике.

«Ранее казалось практически невозможным создание внутренних соединений наномасштаба при помощи металлических проводников, так как их электрическое сопротивление увеличивалось пропорционально уменьшению масштаба», —



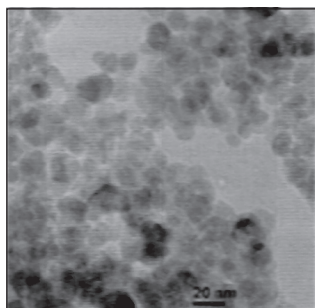
говорит Шоу Вай Хла, помощник профессора физики при Университете Огайо.

Сверхпроводящие материалы на практике имеют крайне низкое электрическое сопротивление, потому они могут использоваться в самых небольших устройствах, кроме того, они почти не греются при пропуске сквозь них электрического тока. Впервые свойство сверхпроводимости было открыто в 1911 г. и до сих пор считалось феноменом макромира. Однако последние исследования доказывают, что сверхпроводимость существует и на молекулярном уровне. В своем исследовании группа специалистов синтезировала молекулы особого вида органической соли (BETS)₂-GaCl₄. Сейчас ученые создали сверхпроводники длиной в 50 нм, причем по их словам свойство сверхпроводимости исчезает с уменьшением длины сверхпроводника. Тем не менее экспериментально зафиксировано, что сверхпроводимость все еще существует в сверхпроводнике длиной в 3,5 нм, правда, для этого его необходимо охладить до 10 К.

www.cybersecurity.ru

Британцы научились получать наномагниты при помощи бактерий

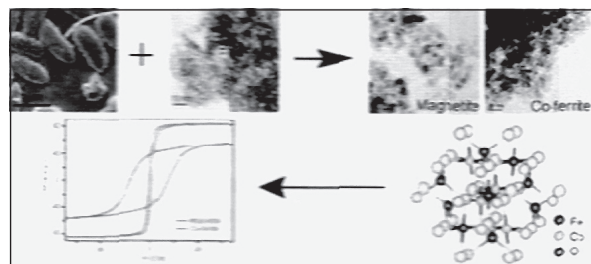
Группа исследователей из университета Манчестера (University of Manchester) придумала простой способ производства микроскопических магнитов. Обычно используются неэкологичные и дорогие методы производства. Англичане же придумали, как получать магниты простым природным способом. Для этого нужно всего лишь взять железовосстанавливающие бактерии, которые живут в почве и осадочных породах. Эти микроорганизмы в ходе своего жизненного цикла производят наночастицы оксида железа с магнитными свойствами не хуже, чем у созданных человеком. Данные бактерии живут в бедных кислородом средах, они перерабатывают окисленные металлы.



Изображение магнитных наночастиц, полученное при помощи просвечивающего электронного микроскопа (фото University of Manchester)

Ученым удалось вырастить колонию *Geobacter sulfurreducens* (их нетрудно получить, и они легко размножаются), которая помогла им создать довольно большое количество наномангнитов при комнатной температуре. Отметим, что существующие ме-

тоды производства аналогичных частиц требуют температуры 1000 °С.



Верху показана схема «работы» бактерий. Внизу — кристаллическая структура $CoFe_2O_4$, а также магнитный гистерезис магнитов биологического происхождения (красный) и феррита кобальта (синий). Чем шире петля, тем выше сопротивляемость размагничиванию (иллюстрация ACS Nano)

Дальнейшая совместная работа со специалистами из Бирмингема и Кардифа привела к появлению методики, позволяющей контролировать размеры и улучшать магнитные свойства производимых нанообъектов. В частности, биологи добавили в «корм» бактерий кобальт, марганец и никель и получили таким образом миниатюрные магниты, содержащие эти металлы.

«Эта работа — прекрасный пример создания биологически безвредного, энергетически эффективного метода получения наномангнитов для самых разных целей», — говорит в пресс-релизе университета профессор Ричард Патрик (Richard Patrick).

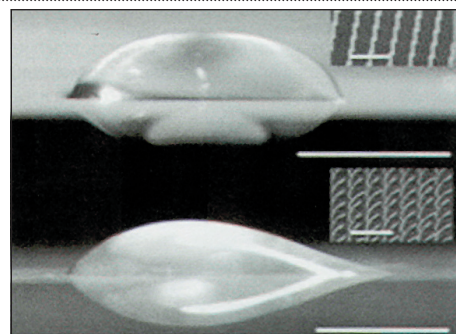
www.membrana.ru

Наноповерхность можно научить двигать капли

Покрытие, заставляющее капли жидкости перемещаться заданным образом, представили ученые из Массачусетского технологического института (MIT). Направление движения зависит только от текстуры поверхности, что позволяет использовать при ее изготовлении любой материал.

Инженерам удалось сформировать массивы наноструктур, которые заставили каплю изменить форму, вытягивая ее в одном, заранее определенном, направлении. Опытные образцы текстурированных поверхностей были созданы путем травления на кремниевой пластинке упорядоченных столбиков диаметром в 520 нм. Затем столбики изогнули, для чего на одну их сторону нанесли частицы золота. На последней стадии процесса всю конструкцию покрыл и тонким слоем полимера, предохраняющего жидкость от контакта с золотом и кремнием — это позволяет сказать, что эффект перемещения жидкости в направлении искривления столбиков не зависит от конкретного материала поверхности.

Конечно, по столу капля пока не «бегает», а только дает четко регистрируемое искажение своей формы. Как считают авторы, их разработка может найти применение в так называемых лабораториях на микросхеме (lab-on-a-chip) и, кроме того, вполне подойдет для управления движением охлаждающей жидкости на чипах.



www.ukrindustrial.com

Получен магнитный монополю

Ученые из Имперского колледжа Лондона создали структуру, представляющую собой однополюсный магнит. Работа исследователей опубликована в журнале *Nature Physics*, сообщает пресс-служба колледжа.

Возможность получения магнитных монополю исследуют уже не одно десятилетие. Существование гипотетической элементарной частицы, обладающей ненулевым магнитным зарядом, было предсказано Полем Дираком в 1931 г. С тех пор были предприняты неоднократные попытки обнаружения магнитного монополю в лабораторных условиях: по связанному с ним магнитному потоку, по ионизации (с помощью подземных детекторов), в магнитных рудах земного и внеземного происхождения.



Создана наноструктура, работающая как магнитный монополю

В сентябре 2009 г. несколько независимых исследовательских групп объявили об обнаружении в так называемом «спиновом льду» из титаната диспрозия квазичастиц, имитирующих магнитные монополю. Однако в этих структурах монополю формируются при температурах $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$ и своим происхождением отличаются от фундаментальных монополю, предсказываемых теорией Дирака.

Исследователи из Имперского колледжа получили магнитный монополю при комнатной температуре, расположив наноразмерные магниты в кобальтовой сотовой наноструктуре. При этом структура ведет себя как единый магнитный монополю.

www.cnews.ru

Становясь нанометровыми, аморфные сплавы приобретают устойчивость к деформациям

Ученые из Калифорнийского технологического института (США) наблюдали повышение прочности и появление пластичности у наноразмерных штырей, выполненных из так называемого металлического стекла.

Изделия из сплавов такого рода демонстрируют высокую прочность на растяжение и сравнительно низкую плотность. Основным недостатком этих материалов, ограничивающим их применение, остается хрупкость.

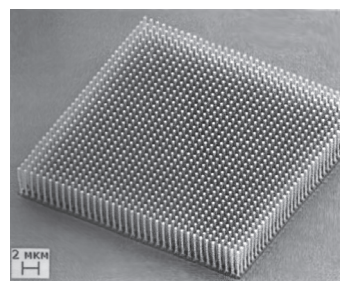
Авторов заинтересовала возможность изменения свойств металлических стекол при изменении соотношения площади поверхности и объема изготавливаемых деталей. Направляя на заготовку из аморфного сплава, содержащего цирконий, пучок ионов галлия, они сформировали набор крошечных штырьков в форме гантелей.

«Задача была не из легких, — вспоминает участница исследования Джулия Грир (Julia Greer). — Штыри ломались, если сделать их слишком тонкими, кроме того, можно было просто уничтожить их по неосторожности».

В экспериментах полученные наноструктуры, однако, показали повышенную прочность, а при уменьшении диаметра приблизительно до 100 нм они также совершали переход из хрупкого состояния в пластичное.

По мнению ученых, такое изменение свойств вызвано тем, что уменьшение размеров препятствует распространению трещин в материале.

«Действительно интересные результаты, — оценивает труд коллег материаловед Брюс Дэнс (Bruce Dance). — Вполне возможно, в будущем инженеры обратят внимание на такие наноструктуры. Но авторам придется серьезно поработать над тем, чтобы превратить это в технологию, пригодную для практического использования».



Массив наностырей диаметром 280 нм и высотой 4 мкм

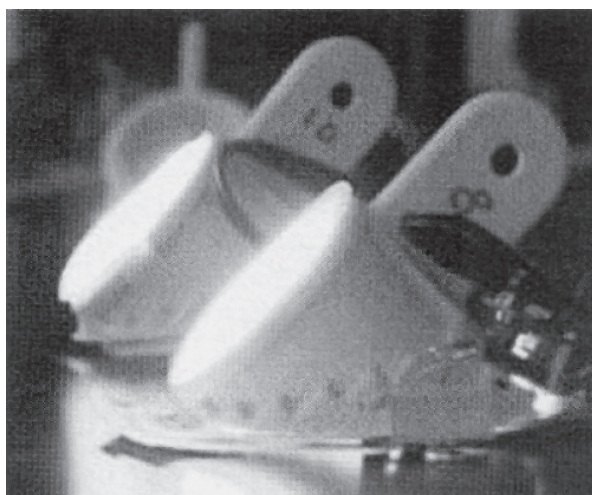
www.compulenta.ru

Нановолоконные лампочки радуют глаз правильным светом

Внедрение новых типов источников света зачастую тормозится каким-нибудь отрицательным свойством новинки. Но ученые и инженеры не прекращают поиск. И он порой рождает любопытные вещи.

Американская компания RTI International экспериментирует с применением в качестве основы для светильника фотолюминесцентных нановолокон (photoluminescent nanofibers — PLN). По мнению ее специалистов, это дает экономии энергии и защиту природы от токсичных отходов.

В RTI решили сформировать конгломерат (мат) из полимерных нановолокон, организуемых в подобие трехмерной сети с заданными свойствами. Такой массив может играть роль как великолепного отражателя, так и излучателя белого света с теплым, комфортным для глаз сиянием. Для этого специалисты компании разработали технологию покрытия нановолокон мириадами квантовых точек (Quantum dot — QD) — микроскопических полупроводниковых кристаллов, которые достаточно малы, чтобы в них ярко проявлялись квантово-механические эффекты. В отличие от макроскопических кусков того же вещества, квантовые точки обладают рядом интересных свойств, в данном случае — прекрасной способностью к люминесценции,



параметры которой легко настраивать, варьируя размер этих точек.

Сам светильник представляет собой пластиковый корпус, в котором роль первичного источника лучей играет синий светодиод, работающий на длине волны 450 нм. На пути этого потока авторы прибора разместили нановолоконный мат с точно подобранными по размеру, геометрии, составу и взаимному расположению «красными» и «зелеными» PLN, трансформирующими часть проходящего через мат излучения в поток с другими частотами. В результате смешения трех окрашенных компонентов рождается белый свет. В одном из опытных образцов новых светильников цветовая температура излучения составила 3850 К (относительно теплый тон), а индекс цветопередачи — 92, что является просто отличным показателем.

Кроме того, параметры волокон и QD можно произвольно варьировать так, что прибор на основе PLN сможет выдавать едва ли не любой тон в пределах равномерного цветового пространства.

Светоотдача PLN-светильника превышает 55 люмен на ватт, уверяют его разработчики. Это сравнимо с серийными светодиодными лампочками и компактными флуоресцентными лампами (CFL). Разные их версии показывают эффективность от 35 до 85 люмен на ватт (в основном около 60–70). Однако самый высокий этот параметр — что у светодиодов, что у CFL — достигается в моделях, дающих весьма холодный свет, а самые теплые по оттенку источники — менее эффективные. Поэтому кропотливая работа с квантовыми точками — это попытка совместить хороший КПД с теплым спектром, свойственным лампам накаливания (их светоотдача, к слову, составляет около 11–18 люмен на ватт). Попытка пока чисто лабораторная, но перспективы у нее заманчивые.

RTI ищет возможности для коммерциализации своей разработки. По оценке компании, PLN-источники света могут появиться в магазинах в течение трех–пяти лет.

www.membrana.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛЕЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

И. Родионова, Г. Филиппов

Внедрение современных технологий производства сталей для автомобилестроения является необходимым условием обеспечения конкурентоспособности отечественных конструкционных сталей. Такие технологии должны разрабатываться с учетом мировых тенденций развития данного класса материалов. Но при этом следует искать собственные пути решения проблем, возникающих у отечественных потребителей автомобилестроительных сталей, учитывать особенности оборудования российских металлургических предприятий.

Одним из основных направлений развития материалов для кузова и других деталей автомобиля является увеличение объема применения высокопрочных сталей с целью повышения безопасности и снижения массы автомобиля. Необходимость снижения массы диктуется постоянным ужесточением экологических требований по уменьшению вредных веществ в выхлопе автомобиля.

В настоящее время крупнейшие металлургические компании, производящие автолистовую сталь, совместно с основными российскими производителями автомобилей работают над созданием сталей с улучшенными потребительскими свойствами. Среди наиболее важных направлений можно отметить следующие:

- высокоштампуемый прокат из стали со сверхнизким содержанием углерода;
- стали повышенной прочности;
- повышение коррозионной стойкости автолиста путем освоения производства сталей с цин-

ковым, железцинковым и алюмокремниевым покрытиями разного класса прочности и назначения, а также за счет оптимизации химического состава и технологии производства самих автолистовых сталей.

Применение вакууматоров, позволяющих получать стали со сверхнизким содержанием углерода, в конвертерном производстве основных металлургических предприятий, производящих автолистовые стали (ОАО «НЛМК», ОАО «ММК», ОАО «Северсталь»), открывает новые возможности для производства как высокоштампуемых сверхнизкоуглеродистых сталей, так и сталей повышенной прочности различных классов в холоднокатаном и покрытом вариантах, а также холоднокатаных сталей повышенной коррозионной стойкости.

ВЫСОКОШТАМПУЕМЫЕ IF-СТАЛИ

Говоря о первом направлении работ, касающемся обеспечения высокой штампуемости, можно отметить, что сегодня на российских металлургических комбинатах практически освоено производство высокоштампуемого автолистового проката из стали типа IF в холоднокатаном состоянии и с цинковым покрытием.

Типовой химический состав выпускаемой в настоящее время стали IF, используемой для производства холоднокатаного листа и листа с покрытиями, представлен в табл. 1.

Содержание титана и ниобия для стали, микролегированной по одному из вариантов — титаном либо титаном совместно с ниобием — рассчиты-

Табл. 1

| Типовой состав стали IF, % | | | | | | |
|----------------------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| C | Si | Mn | S | P | Al | N |
| 0,003–0,005 | 0,010–0,030 | 0,10–0,20 | 0,005–0,010 | 0,008–0,015 | 0,02–0,05 | 0,004–0,006 |

вается в зависимости от номинального содержания углерода, серы и азота методами термодинамического анализа и составляет, соответственно 0,03–0,06 % титана или, соответственно, 0,02–0,03 % титана и 0,03–0,06 % ниобия.

Значения технологических параметров производства для конкретных плавок первоначально назначались на основе мирового опыта производства аналогичных сталей. В настоящее время при разработке технологии производства автолистовых сталей все более широко применяются методы термодинамического анализа, которые позволяют для сталей конкретного химического состава определить температурные интервалы выделения и растворения соединений, влияющих на свойства металлопродукции. В соответствии с этим назначаются режимы нагрева под прокатку, конца горячей прокатки и смотки, а также режимы отжига.

Иногда требуется решение обратной задачи: исходя из особенностей оборудования конкретного металлургического предприятия, в частности из возможностей обеспечения определенных режимов непрерывного отжига, выплавлять сталь оптимального химического состава, который даст наиболее высокий уровень качества.

Например, для высокоштампуемых IF-сталей, в зависимости от химического состава, оптимальные температуры непрерывного отжига могут существенно различаться. Для сталей, микролегированных только титаном, при определенном химическом составе повышение температур непрерывного отжига выше 800 °С может приводить к растворению частиц карбида титана, переходу углерода в твердый раствор и ухудшению штампуемости. Для сталей, микролегированных титаном совместно с ниобием, можно выбрать химический состав таким образом, что растворение частиц карбида ниобия вплоть до температур 850 °С будет невозможно. В этом случае непрерывный отжиг при 850 °С обеспечит наиболее высокие показатели штампуемости.

В данной статье конкретные значения температур нагрева слябов под прокатку, конца горячей прокатки и смотки, а также оптимальные параметры отжига (колпакового или непрерывного) не приводятся, так как в зависимости от химического состава стали и возможностей каждого металлургического предприятия эти параметры будут различаться. Авторы преследовали более общую цель: показать принципиальный подход к выбору оптимальных технологических параметров.

АВТОЛИСТОВЫЕ СТАЛИ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ

При рассмотрении второго направления работ, связанного с освоением производства автолистовых сталей повышенной прочности, мы исходим из того, что важнейшими характеристиками таких сталей являются временное сопротивление разрыву σ_b или предел текучести σ_p , а также коэффициент нормальной пластической анизотропии r_m . Сочетание этих показателей определяет комплекс основных свойств таких сталей — прочность и штампуемость. На рис. 1 приведены значения указанных характеристик для различных типов сталей.

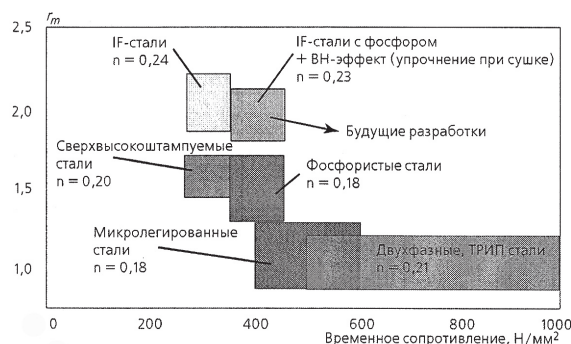


Рис. 1. Прочность и штампуемость листа из различных типов сталей

Использование различных механизмов упрочнения (твердорастворного, упрочнения дисперсными частицами, упрочнения в результате измельчения зерна, упрочнения второй структурной составляющей) позволяет получать различные сочетания прочности и штампуемости. В частности, использование твердорастворного упрочнения элементами замещения и упрочнения измельчением зерна в IF-сталях позволяет получать существенно более высокий уровень пластических свойств, включая сохранение острой текстуры, по сравнению с обычными низкоуглеродистыми сталями повышенной прочности. Из рис. 1 видно, что только упрочненные IF-стали позволяют сохранять очень высокий уровень коэффициента r_m : 1,6–1,7 при прочности $\sigma_b = 400$ Н/мм².

Объем применения сталей повышенной прочности в мировом автомобилестроении непрерывно растет. За период 1992–2001 гг. его прирост составил 43 % (с 115 кг/авт. до 165 кг/авт.).

СТАЛИ С ВН-ЭФФЕКТОМ

На российских металлургических предприятиях начаты работы по выпуску сверхнизкоугле-



родистых сталей с ВН-эффектом (*bake hardening*) различных классов прочности (от -180 до 260). Физическая сущность ВН-эффекта заключается в закреплении дислокаций, появляющихся в стали после штамповки детали, атомами углерода, подвижность которых в твердом растворе феррита резко увеличивается при повышенной температуре. Это приводит к упрочнению штампованных деталей во время сушки лакокрасочного покрытия при температуре $150\text{--}200$ °С. Для этих целей также можно использовать сверхнизкоуглеродистые стали, микролегированные титаном совместно с ниобием, либо только ниобием.

При этом содержание микролегирующих элементов по отношению к элементам внедрения и технологические параметры производства должны обеспечивать содержание углерода в твердом растворе в количестве $6\text{--}20$ ppm, что необходимо для обеспечения ВН-эффекта.

Важным резервом обеспечения требуемых свойств IF-сталей и особенно сверхнизкоуглеродистых сталей с ВН-эффектом является соблюдение определенных соотношений между элементами, участвующими в связывании примесей внедрения в прочные соединения, к которым относятся не только титан и ниобий, но и алюминий.

Для сталей с ВН-эффектом необходимо, на наш взгляд, обеспечить выполнение двух условий: связывание углерода только в карбид ниобия (в определенном количестве) и предупреждение возможности связывания углерода в другие частицы, в частности в карбид титана. То есть содержание ниобия рассчитывается только в зависимости от содержания углерода, а содержание титана и алюминия — в зависимости от содержания азота. Задавая определенное соотношение между содержанием титана, алюминия и азота, можно влиять и на чистоту твердого раствора по примесям внедрения на разных стадиях производства, и на характеристики зеренной структуры, и на текстуру,

что в конечном итоге определяет комплекс свойств сверхнизкоуглеродистых сталей.

Например, при недостаточном для полного связывания азота содержании титана возможно с использованием различных температурных условий конца горячей прокатки и смотки либо обеспечить, либо подавить связывание оставшегося азота в нитрид алюминия. Сохранение азота в твердом растворе перед отжигом является также

одним из способов повлиять на конечный уровень свойств — аналогично влиянию выделения нитрида алюминия на начальных стадиях рекристаллизации низкоуглеродистой стали типа 08Ю, существенно улучшающему характеристики микроструктуры, текстуры и штампуемости стали.

Для расчета температурных интервалов выделения частиц, например, нитрида титана, а также остаточного содержания алюминия и азота в твердом растворе использование методов термодинамического анализа обязательно, но для низких температур этого недостаточно: тут нужны сведения о кинетических параметрах процесса, которые могут быть получены в результате исследований состояния твердого раствора методом внутреннего трения. Это направление исследований мы считаем весьма перспективным для повышения уровня и стабильности комплекса свойств сталей с ВН-эффектом.

Легирование только ниобием обеспечивает более высокий уровень прочности, хотя при этом несколько снижаются показатели штампуемости. Это связано с тем, что при легировании только ниобием связывание азота осуществляется алюминием с образованием нитрида, частицы которого имеют малые размеры и не позволяют обеспечить формирования достаточно крупного ферритного зерна. При совместном легировании титаном и ниобием большая часть азота связывается в нитрид титана, частицы которого, размерами до 3 мкм, не оказывают влияния на размер зерна феррита. То есть в зависимости от конкретных требований к прочности и штампуемости может быть использован тот или другой вариант.

В отличие от IF-стали, использовать вариант микролегирования только титаном в случае стали с ВН-эффектом, по нашему мнению, нецелесообразно. В этом случае, помимо связывания азота в нитрид титана и образования карбида титана, возможно образование сульфида или карбосуль-

фида титана, что зависит от содержания других элементов в стали, а также от технологических пара метров производства. Поэтому такой вариант легирования не позволяет точно контролировать содержание углерода в твердом растворе, а следовательно, гарантировать определенную величину ВН-эффекта.

В ОАО «ММК» выпущена и поставлена в ОАО «АвтоВАЗ» первая партия горячеоцинкованного проката толщиной 0,8 мм с ВН-эффектом из сверхнизкоуглеродистой стали, микролегированной титаном, ниобием и алюминием, класса прочности 180.

Фактические значения параметров этого материала таковы: предел текучести 190–195 Н/мм², предел прочности 300–310 Н/мм², относительное удлинение 40–45 %, коэффициент нормальной пластической анизотропии $r_m \geq 2,2$ при величине ВН-эффекта 40 Н/мм².

В настоящее время работы по освоению сталей с ВН-эффектом продолжают в направлении повышения класса прочности выпускаемых сталей и величины ВН-эффекта. Основные пути достижения этой цели — оптимизация температурно-временных параметров горячей прокатки, смотки и отжига, а также дополнительное легирование стали, в частности фосфором и другими элементами.

В ближайшее время предполагается освоение производства высокопрочных IF-сталей различных уровней прочности (без ВН-эффекта), легированных фосфором, марганцем, кремнием и бором с тремя вариантами микролегирования: Ti, Ti + Nb и Nb.

Несмотря на то, что вопрос выбора системы микролегирования достаточно широко обсуждался, авторы хотели бы обозначить свои позиции в этом вопросе. Хотя вариант микролегирования только титаном является приемлемым, другие варианты микролегирования более предпочтительны. Присутствие ниобия в таких сталях является обязательным. Во-первых, в этом случае комплекс свойств стали более стабилен; во-вторых, существует возможность использования механизма упрочнения, связанного с измельчением зерна. Что касает-

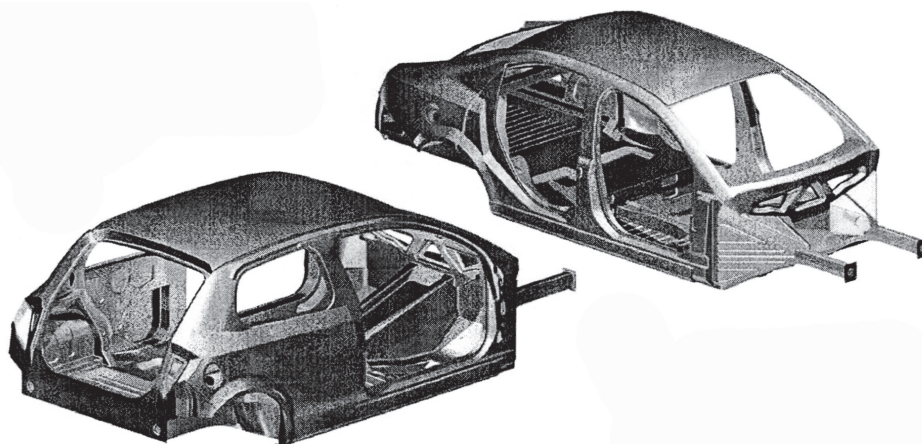
ся использования твердорастворного упрочнения элементами замещения, то здесь в соответствии с результатами большинства исследований предпочтение отдается фосфору и в некоторой степени марганцу. Не следует упускать из вида и необходимость микролегирования стали бором, чтобы избежать охрупчивания границ зерен в присутствии фосфора.

АВТОЛИСТОВЫЕ СТАЛИ ПОВЫШЕННОЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ

Пожалуй, одной из наиболее важных проблем на сегодняшний день является повышение коррозионной стойкости автомобиля. О том, как эта проблема решается путем использования автолистовых сталей с покрытиями (Zn, Al–Si), сказано достаточно много. Имеет смысл остановиться на путях повышения коррозионной стойкости самих автолистовых сталей путем оптимизации их химического состава и технологии производства.

До недавнего времени считалось, что, во-первых, коррозионная стойкость автолистовых низкоуглеродистых и низколегированных сталей различается незначительно, и во-вторых, невозможно существенно повлиять на нее, изменяя химический состав стали, чистоту по неметаллическим включениям, технологические параметры производства. Поэтому единственным направлением борьбы с коррозией было принято считать нанесение защитных покрытий — использование оцинкованных сталей, повышение качества лакокрасочного покрытия и т. д.

В то же время, принимая во внимание мнение представителей автомобильных заводов, а также анализируя опыт эксплуатации различных отечественных и зарубежных автомобилей, можно сделать вывод о различной коррозионной стойкости самих автолистовых сталей в зависимости от



марки, завода-производителя и технологических параметров производства.

Поэтому основная цель дальнейшей работы — установление факторов, определяющих коррозионную стойкость автолистовых сталей, разработка рекомендаций по повышению коррозионной стойкости, а в перспективе — внесение в нормативно-техническую документацию на автолистовые стали требований к коррозионной стойкости, учитывающих не только качество нанесения покрытия, но и коррозионную стойкость самой стали, в частности гарантии отсутствия косметической и перфорирующей коррозии в течение определенных периодов эксплуатации.

При постановке задачи важным моментом является выбор методов испытаний. Применение большинства существующих методов (по DIN 51021 в термовлагодатке, камере соляного тумана и др.) позволяет хорошо оценить качество нанесения покрытий или консервационно-технологической смазки, однако не позволяет дифференцировать сами стали по их коррозионной стойкости, прогнозировать срок их эксплуатации без коррозионных повреждений.

Поэтому одной из основных задач первого этапа исследований является проведение испытаний образцов с заведомо различающейся коррозионной стойкостью по известным методикам, а также по новым методикам, разработанным в ЦНИИчермет им. И.П. Бардина в процессе предварительных исследований. По результатам такой работы должно быть принято решение о выборе методов испытаний для проведения дальнейших работ и для внесения в НТД.

Для проведения предварительных коррозионных испытаний сталей разных марок и разных заводов-поставщиков был выбран метод переменного погружения образцов в водный раствор 3,5 % NaCl в соответствии со стандартом ASTM G 44-75. Коррозионную стойкость оценивали по приросту массы образца (привесу) на единицу площади его поверхности. По результатам испытаний получена зависимость скорости коррозии от суммарного содержания углерода и кремния, а в некоторой степени и алюминия.

Учитывая положительное влияние на коррозионную стойкость пониженного содержания углерода и кремния, освоение производства сталей типа IF и других сталей с низким содержанием углерода следует проводить, оценивая влияние содержания всех легирующих элементов на коррозию, и оптимизировать состав стали с точки зрения обеспечения наиболее высокой коррози-

онной стойкости. Возможно, что именно на базе таких сталей можно обеспечить не только высокую штампуемость, но и коррозионную стойкость производимого автолиста. Как показано на рис. 2, средние значения скорости потери массы в результате атмосферной коррозии для сверхнизкоуглеродистых сталей примерно в 2–3 раза ниже, чем для обычных низкоуглеродистых сталей.

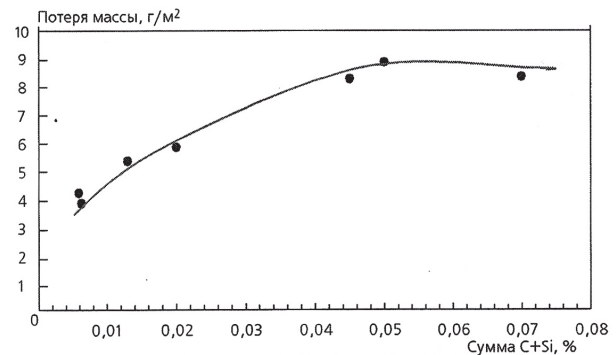


Рис. 2. Зависимость потери массы от суммы содержания C+Si

Помимо влияния на коррозионную стойкость суммарного содержания углерода и кремния, установлено также положительное влияние легирования стали медью и некоторыми другими элементами. В связи с этим специалисты ОАО «Северсталь» и ОАО «ГАЗ» проводят исследования в направлении создания холоднокатаного автолистового проката из сталей, легированных медью. Аналогичные исследования по созданию сталей, в частности IF, легированных медью, проводятся в Японии.

Помимо оптимизации химического состава, следует отдельно решить вопрос обеспечения чистоты автолистовой стали по неметаллическим включениям, также влияющим на ее коррозионную стойкость. В процессе исследований, проведенных в ЦНИИчермет, установлено, что коррозионная стойкость углеродистых и низколегированных сталей существенно снижается в присутствии особого типа неметаллических включений, которые условно назвали КАНВ (коррозионно-активные неметаллические включения). Эти включения, как правило, содержат кальций и вносятся в сталь в процессе внепечной обработки с участием высокоосновного шлака при определенных технологических параметрах.

КАНВ не выявляются традиционными методами, предусмотренными нормативно-технической документацией на стали — балльной оценкой неметаллических включений на нетравленном шли-

фе в оптическом микроскопе. Дело в том, что большая часть таких включений имеют светлую окраску и очень маленький размер — не более 1–2 мкм. Поэтому первая задача, которую решали в основном специалисты НИФХИ им. Л.Я. Карпова и Северстали, с привлечением ЦНИИчермет, — это разработка экспресс-методов выявления КАНВ. В результате были разработаны и запатентованы методы оценки качества стали, заключающиеся в обработке поверхности металлографического шлифа специальными реактивами, в результате которой КАНВ приобретают характерный вид, как представлено на рис. 3. Наличие таких включений и/или их количественная оценка и характеризуют коррозионную стойкость стали.

Следует особо подчеркнуть, что речь идет об особых включениях: их количество, как правило, никак не коррелирует с содержанием других включений, которые обычно оцениваются при производстве стального проката. Сталь может быть очень чистой по обычным включениям, но корродировать с очень большой скоростью из-за наличия КАНВ. И наоборот, в стали могут присутствовать обычные включения вплоть до 4 баллов (оксиды, силикаты), но при этом отсутствовать КАНВ, и тогда оборудование будет работать долго. Именно КАНВ определяют стойкость стали против локальной коррозии в водных хлорсодержащих средах, в условиях атмосферного воздействия и в ряде других сред.

Теперь несколько слов о КАНВ в автолистовых сталях. В ЦНИИчермет были исследованы пятна коррозии, выявленные в ОАО «АвтоВАЗ» в прошлом году на автолистовых сталях 08Ю, 08ГСЮФ. Установлено, что участки, где произошло образование указанных пятен, содержат коррозионно-активные неметаллические включения, которые и приводят к интенсивному протеканию коррозионных процессов даже после непродолжительного контакта с влажной атмосферой или другой агрессивной средой (рис. 4). Проблема предотвращения коррозии должна решаться на этапе разработки технологии выплавки и внепечной обработки автолистовых сталей.

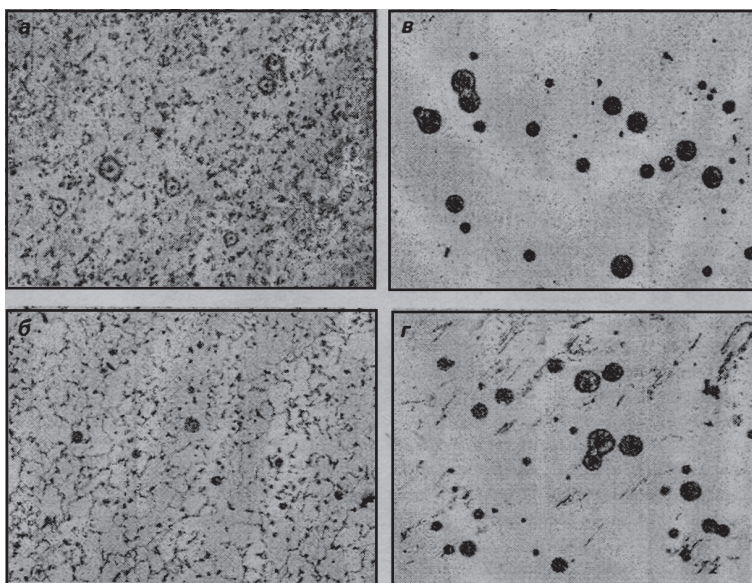


Рис. 3. КАНВ типа 1 (а, $\times 200$; б, $\times 100$) и типа 2 (в, г, $\times 100$) в образцах труб

Таким образом, повышение коррозионной стойкости сталей для автомобилестроения можно обеспечить путем оптимизации химического состава сталей, обеспечения чистоты по КАНВ и корректировки других технологических параметров производства. Эту работу следует проводить совместно со специалистами автомобильных заводов, которые могут предоставить конкретную информацию о коррозионном поведении используемых ими сталей.

Широкий спектр свойств, которыми отличаются сверхнизкоуглеродистые автолистовые стали, свидетельствует о возможности полного обеспечения потребностей отечественного автомобилестроения в высококачественной металлопродукции.

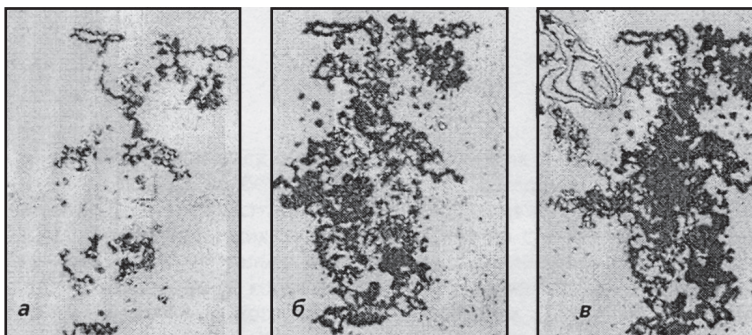


Рис. 4. Развитие коррозионного поражения на поверхности автолистовой холоднокатаной стали: а — выдержка менее 20 часов; б — выдержка 1 неделя; в — выдержка 2 недели, $\times 400$

В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ — ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ
И ТЕХНОЛОГИЯМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ОАО «БЕЛТРАНСГАЗ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН БЕЛАРУСИ



V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

«СОВРЕМЕННЫЕ
МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ
СОЗДАНИЯ И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ»

Посвящается 80-летию
Физико-технического института НАН Беларуси

15 – 17 сентября 2010г.
г. Минск
Республика Беларусь

Информационное сообщение



В сентябре в Физико-техническом институте НАН Беларуси прошла ставшая уже традиционной 5-я Международная научно-техническая конференция «Современные методы и технологии создания и обработки материалов», организованная НАН Беларуси совместно с Министерством промышленности, Министерством образования, Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь. Данное мероприятие было посвящено предстоящему в будущем году 80-летию Физико-технического института НАН Беларуси, который является старейшим в области естественных и технических наук институтом НАН Беларуси.

В рамках конференции работали следующие секции: конструкционные и функциональные материалы в современной технике, методы их получения, материалы ДЛЯ микро- и наноэлектроники; высокоэнергетические технологии получения и обработки материалов, технологии и оборудование инженерии поверхностей; технологические процессы обработки металлов давлением; безопасность и надежность магистральных трубопроводов и сосудов высокого давления.

Создание наноструктурных, градиентных, аморфных и композиционных материалов, т. е. «smart materials» для нужд машиностроения, здравоохранения, микроэлектроники, других отраслей народного хозяйства стало доминирующим направлением работы первой секции. Доклады второй охватывали



широкий круг высокоэнергетических методов обработки и получения материалов, включая лазерную, магнито-импульсную и магнито-абразивную обработку, технологические процессы ионно- и электронно-лучевой обработки, различные методы осаждения защитных покрытий, включая технологии инженерии поверхностей второго поколения.

Актуальными были и доклады, представленные в секции по обработке металлов давлением. Реализация предложенных новых подходов уже в ближайшем будущем обеспечит создание высокоэффективных, ресурсосберегающих технологических процессов обработки материалов, альтернативных процессам резания, которые применяются в настоящее время.

Впервые на конференции работала секция «Безопасность и надежность магистральных трубопроводов и сосудов высокого давления». Существующий риск разрушения находящихся в эксплуатации трубопроводов и сосудов высо-

кого давления может привести к значительным экономическим, экологическим, а в ряде случаев и людским потерям, что полностью оправдывает усилия, предпринятые НАН Беларуси по становлению и развитию упомянутого направления научных исследований и разработок. Высокий уровень работы белорусских ученых и специалистов в этой области подтверждается многочисленными контрактами с организациями Беларуси, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Всего в работе конференции приняли участие 145 специалистов из ведущих научных организаций, вузов, предприятий, фирм, конструкторских бюро. Авторы представляли 45 организаций Беларуси, Украины, России, Китая, Германии и других стран. К открытию конференции издан 3-томный сборник материалов.

Алексей БЕЛЫЙ, заместитель председателя оргкомитета конференции, заместитель директора ФТИ, член-корреспондент НАН Беларуси

КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ

А.Э. Павлович

(продолжение. Начало см. № 48)

Пароль вводится в соответствующую варианту студента ячейку электронного листа файла «Контрольная». После чего происходит визуализация скрытого содержания на этом листе задания по конкретному варианту контрольной работы.

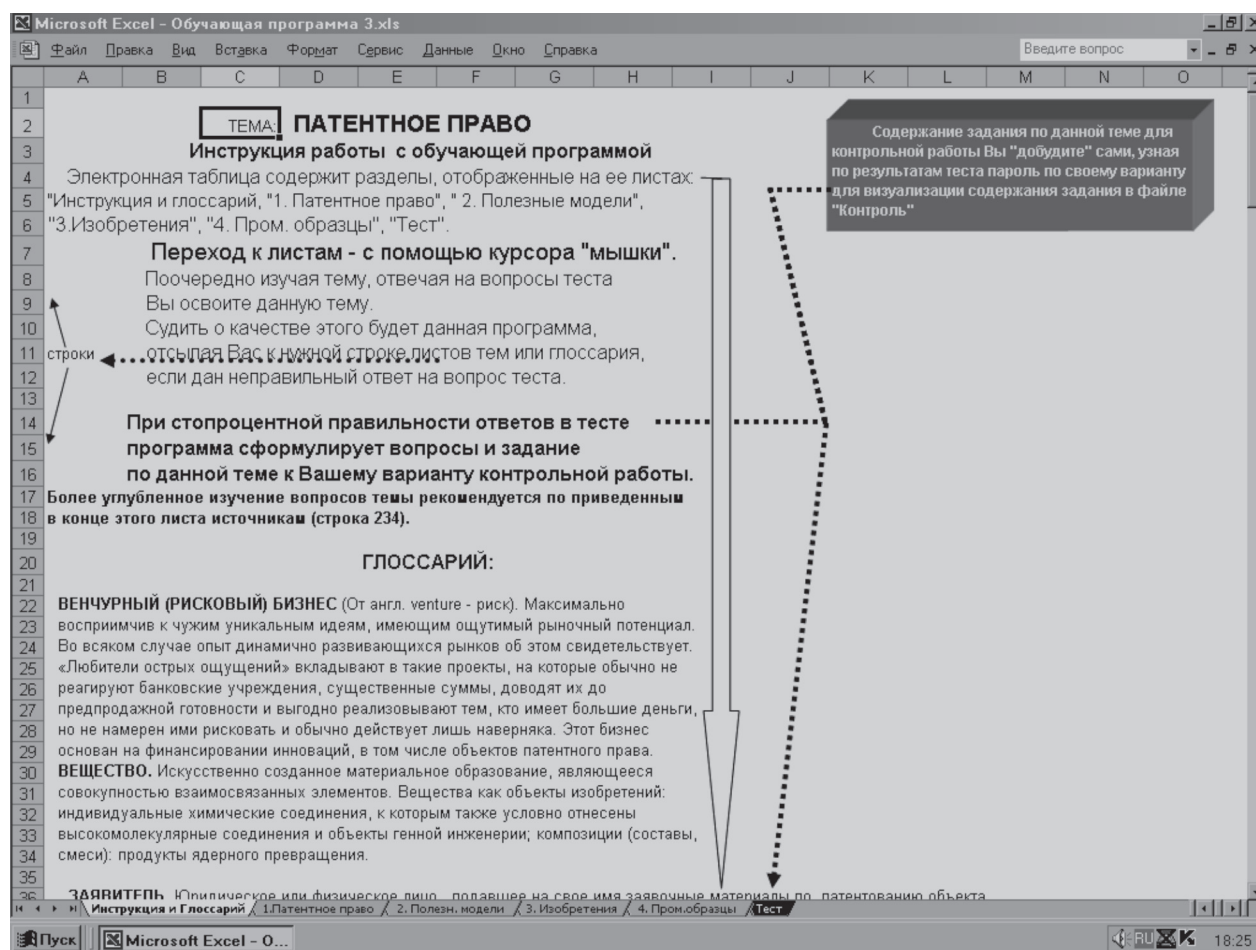


Рис. 5. Содержание электронного листа «Инструкция и глоссарий» файла «Обучающая программа 3» папки «Патенты»

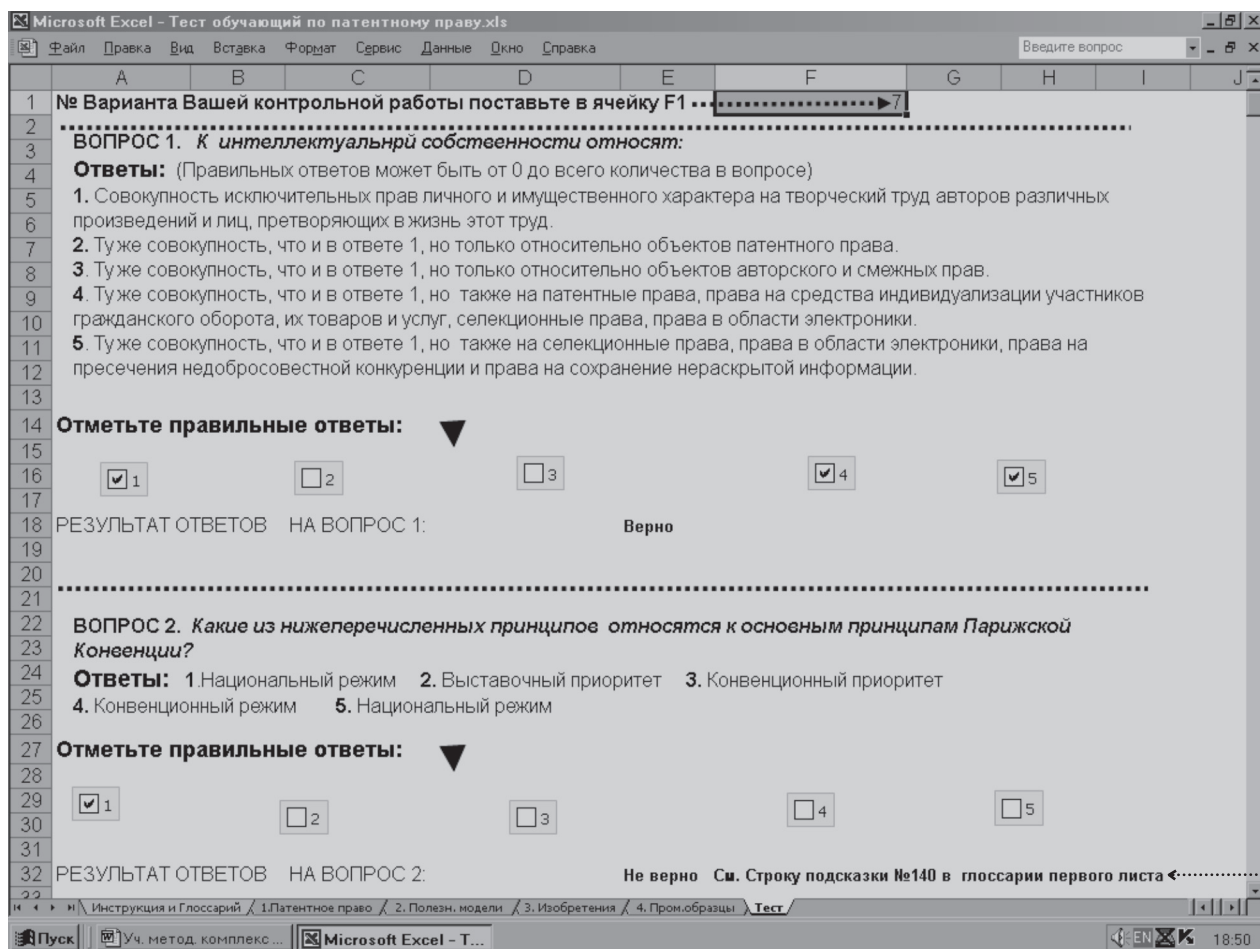


Рис. 6. Начало содержания электронного листа «Тест» файла «Обучающая программа 3» папки «Патенты»

В данном примере (рис. 6) на первый вопрос ответили верно, а на второй не верно, поэтому программа дала подсказку на конкретную строку № 140 глоссария первого листа.

Предварительно необходимо поставить в выделенную ячейку номер варианта контрольной работы.

После окончания работы над тестом программа подводит итог. На рис. 7 — это отрицательный итог. На рис. 8 — положительный, т. е. 100 % правильных ответов. Поэтому обучающему рекомендуется указать вариант своей контрольной. В результате проявится некоторое число, которое нужно вставить в формируемый пароль. Пароль образуется из аналогичных чисел, полученных после тестирования по другим темам, и проявляется в электронном листе файла «Контрольная» (рис. 9).

Для закрепления основных понятий и определений по всем темам дисциплины студент может использовать папку «Игры». Например, на рис. 10 поясняется сущность одной из таких игр «Миллион с Галкиным».

Приведенные выше обучающие тесты (кроме игры) составлены в Excel с применением простых булевых функций и паролей от несанкционированного вскрытия. Легко адаптируются для изучения любых дисциплин с хорошими возможностями демонстрации излагаемого графического и анимационного материала.

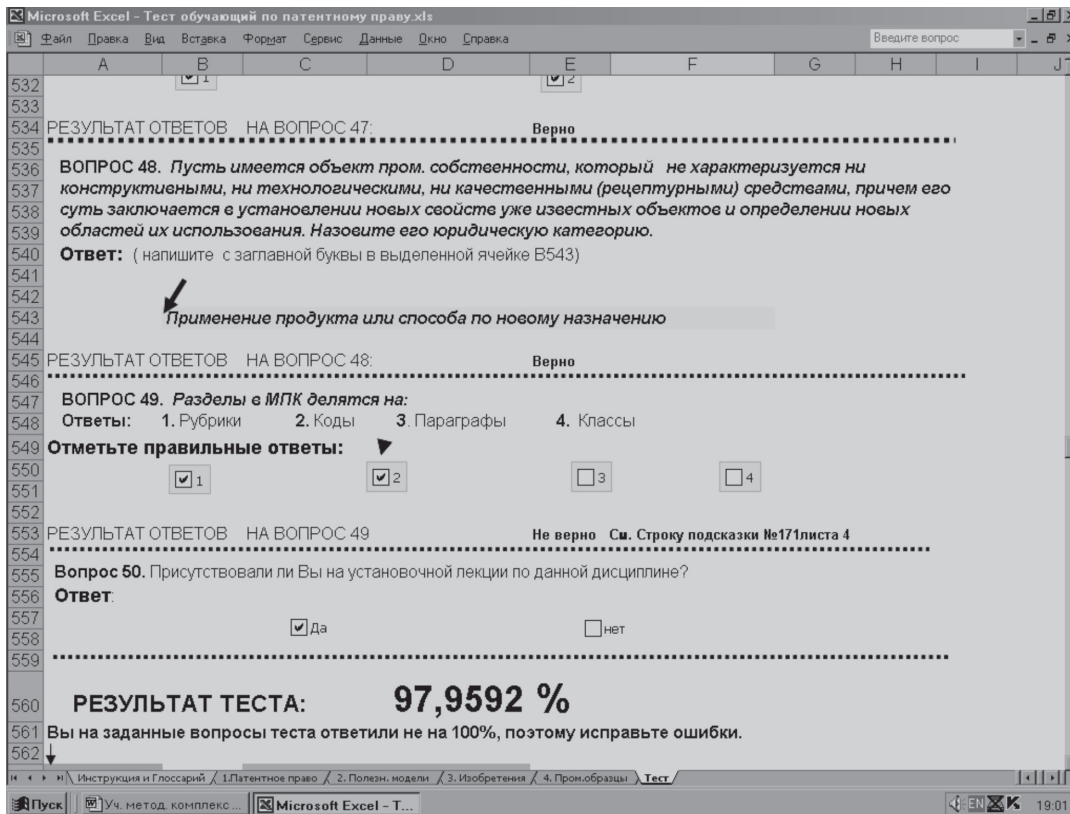


Рис. 7. Отрицательный результат теста файла «Обучающая программа 3» папки «Патенты»

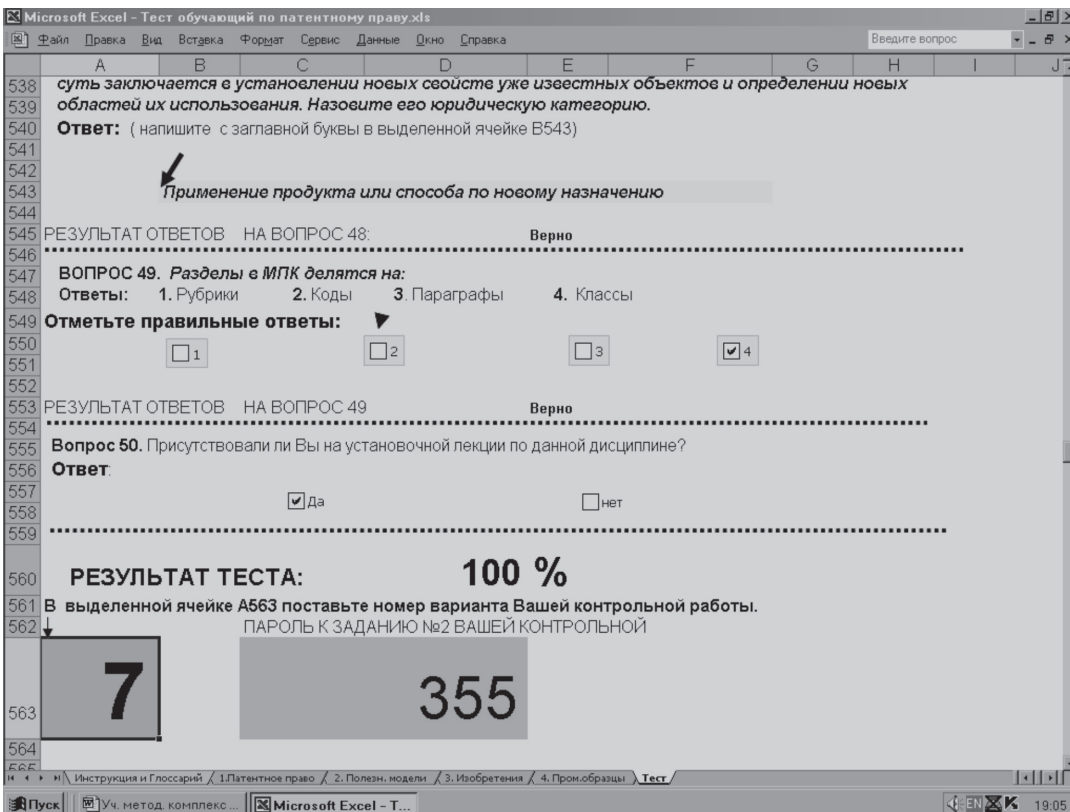


Рис. 8. Положительный результат теста файла «Обучающая программа 3» папки «Патенты»

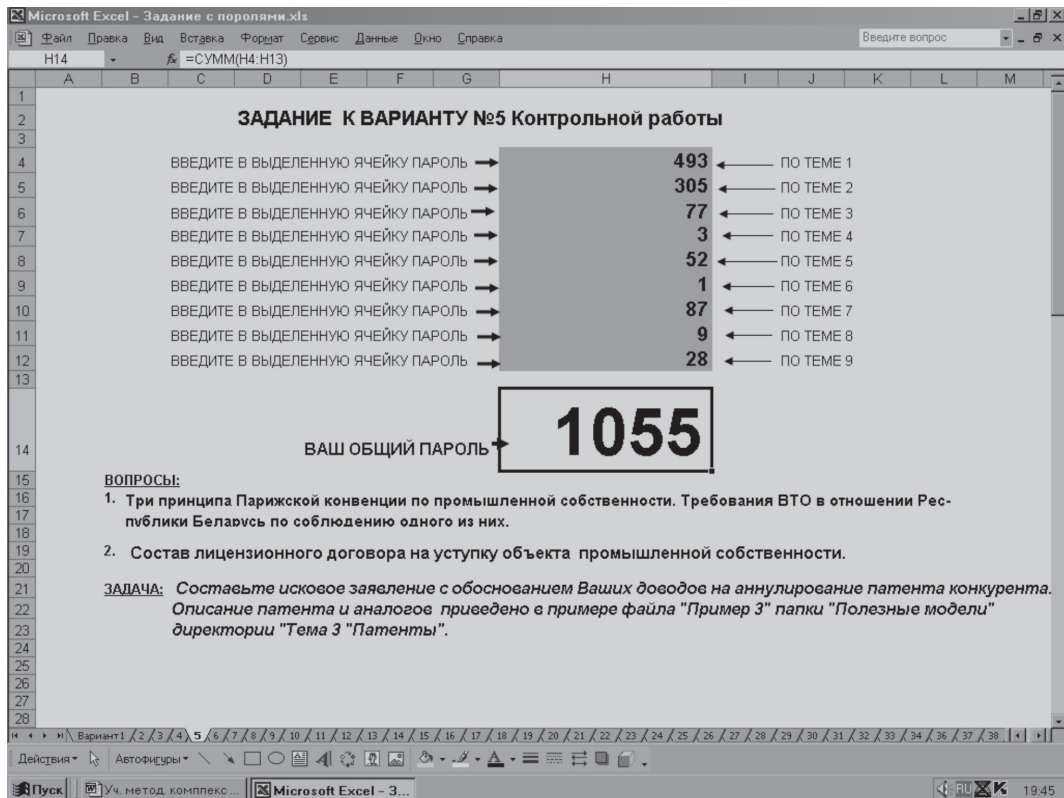


Рис. 9. Результат проявления скрытого текста с вопросами и задачей к варианту № 5 контрольной работы после введения всех паролей тем дисциплины, полученных в результате выполнения условий тестирующих программ

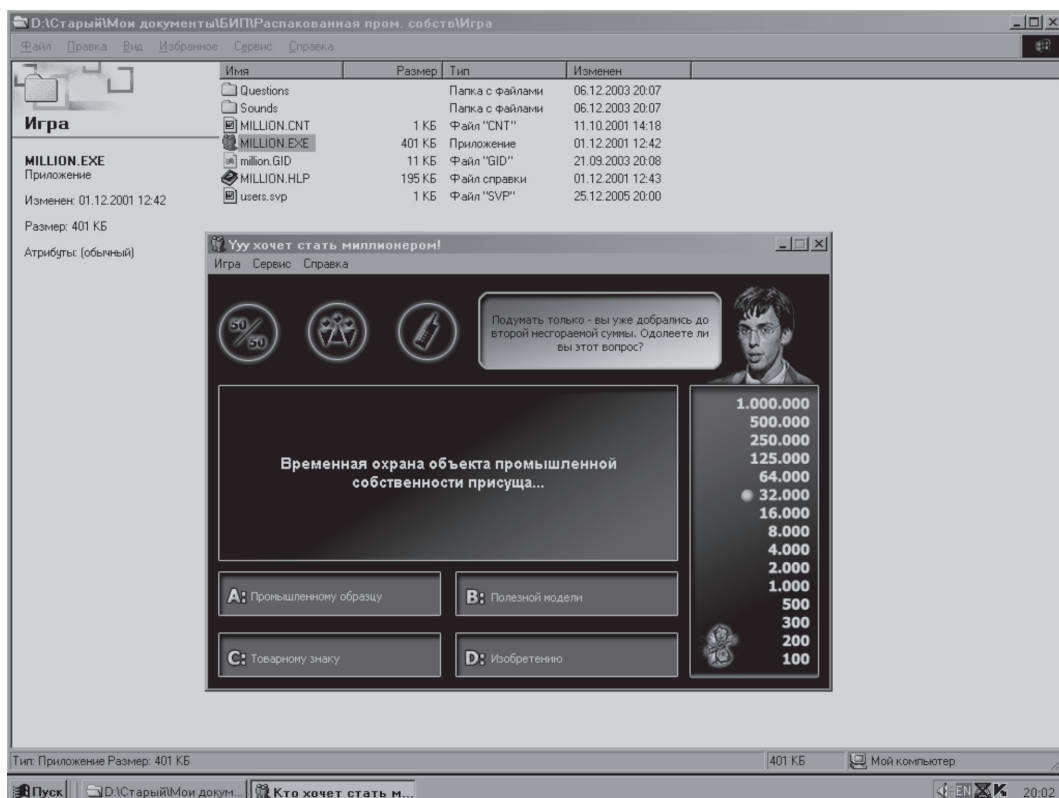


Рис. 10. Содержание папки «Игры» с учебной игрой «Миллион с Галкиным»

НАШ ОТВЕТ ЧЕМБЕРЛЕНУ, ИЛИ СТРАТЕГИЧЕСКАЯ АВИАЦИЯ СССР

Клеванец Ю.В.

(Продолжение. Начало см. в № 44–48)

Работы КБ В.М. Мясичева

Проследим судьбу Владимира Михайловича Мясичева с момента создания «объекта 102», о котором упоминалось выше.

В 1942 г. с Мясичева сняли обвинение, он был назначен главным конструктором вместо погибшего в авиационной катастрофе Петлякова. Однако, как уже здесь говорилось, это КБ в декабре 1945 г. было расформировано, а сам главный конструктор переведен на работу в МАИ.

В качестве лирического отступления скажем несколько слов о Владимире Михайловиче Мясичеве.

Предки конструктора по отцу — русские провинциальные купцы, «русопяты» по убеждениям. Дед по матери — ссыльный поляк, участник восстания 1863 г. Оба деда не поступались своими принципами и от всей души ненавидели друг друга. Взрывчатая сила семейной вражды навсегда вошла в характер мальчика.

Но не только вражда. Мясичев всю жизнь был тонким эстетом. В молодости он занимался в театральной студии, отчего в большой остротой авиационной среде сразу и навсегда получил кличку «Артист». В отличие от многих других руководителей, он никогда не кричал на подчиненных, но и никогда не пил «на брудершафт». В этом Мясичев походил на своего коллегу Павла Сухого. Однако в противоположность молчуну Сухому Владимир Михайлович умел и любил красиво выступить, щегольнуть афоризмом, питал слабость к хорошей одежде вообще, и к форме в частности...

Но вернемся к годам работы Мясичева в МАИ. Здесь он провел в рамках дипломных работ студентов исследования, результаты которых были по возможности быстро доложены Сталину. Вкратце: было доказано, во-первых, что бомбардировщик, летящий на высоте в 10 км и выше со скоростью около 1000 км/ч, существующая на тот

момент, ПВО США сбить не может. Во-вторых, Мясичев утверждал, что такой бомбардировщик на основании достижений советской авиационной промышленности и наработок ученых построить возможно.

Стратегический бомбардировщик ЗМ (М-4)

Руководство ВВС и политическое руководство страны во главе со Сталиным в это самое время никак не могли убедить Туполева в том, что ему на Ту-95 следует применять реактивные, а не турбовинтовые двигатели. В пику упрямцу Туполеву КБ Мясичева было мгновенно возрождено (заметим, если представить исторический путь этого КБ в виде траектории, то она будет выглядеть пунктиром: и после вторичного создания последовало новое закрытие, а потом еще одно возрождение).

Таким образом, в Советском Союзе проектировались одновременно два атомных бомбардировщика: Ту-95 с турбовинтовыми двигателями, скоростью 750–800 км/ч и максимальной бомбовой нагрузкой в 10 т и самолет Мясичева с максимальной нагрузкой в 2 раза больше, чем у туполевского конкурента и со скоростью 900–1000 км/ч. Оба самолета должны были доставлять 5 т груза (одну атомную бомбу образца конца 1940 – начала 1950-х гг.) на дальность 10000–12000 км.

Надо заметить: постройка огромного реактивного самолета в специфических условиях СССР начала 1950-х гг. представляется делом чрезвычайно авантюрным, и не зря Туполев отказался от такого задания. Вся эпопея создания скоростного стратегического бомбардировщика характеризует В.М. Мясичева как человека смелого до безрассудства.

Так или иначе, но в марте 1951 г. КБ Мясичева было восстановлено, ему был придан завод с лучшим в СССР немецким трофейным оборудованием. Куратором проекта от правительства стал Л. Берия.

Облик самолета

До организации своего КБ Мясищев прорабатывал конструкцию будущего самолета сам и со студентами МАИ.

К тому времени в СССР уже знали (просто из печати) о принципах проектирования и изготовления «гибкого» крыла. Это первый момент, взятый Владимиром Михайловичем за основу при работе над будущим бомбардировщиком.

Во-вторых, ЦАГИ должен был разработать специальные крыльевые профили. Кроме того, как и на американских самолетах аналогичного назначения, Мясищев применил разные углы установки профилей крыла по длине консоли («геометрическую крутку»). В корне крыла угол атаки был больше, чем на конце крыла.

В-третьих, Мясищев решил использовать двигатели ВД-5, которые еще только разрабатывались в КБ В. Добрынина, по-видимому, самые мощные в мире на тот момент (тяга 13 т). Большие двигатели могли поместиться только в корне крыла, подвешивать их на пилоны, как у американских конкурентов, было бы просто опасно (хотя и хорошо с точки зрения прочности)

Наконец, последнее решение, определившее архитектуру будущего самолета, — велосипедное шасси (необходимость при большом бомбоотсеке). В отличие от американского Б-52, советский его конкурент оснащался не четырьмя, а двумя основными стойками с колесами больших размеров (диаметр 1770 мм), сведенных в тележки по четыре колеса в каждой.

Оба самолета-противника внешне были похожи на огромных драконов. Американский при этом как бы присел перед прыжком, а советский — вытянул шею, осматривая окрестности (из-за стоек шасси разной длины).

Выбранная Мясищевым однажды конструктивно-компоновочная схема ни разу не пересматривалась в процессе проектирования и не под-



вергалась сомнениям: сроки разработки были установлены самые жесткие, а с куратором Берией не посвоевольничаеть.

История создания и особенности конструкции

Для воплощения проекта была организована круглосуточная работа в три смены без выходных как в КБ, так и на опытном производстве. При этом цеха начинали подготовку производства даже без чертежей — по эскизам. Просто удивительно, как в условиях такой спешки, в условиях не «притертых» друг к другу вновь созданных подразделений, в условиях принципиальной новизны и огромной сложности разработки не было допущено катастрофических ошибок.

Можно сказать: повезло. Здесь еще раз следует повторить слова об исключительной смелости В.М. Мясищева как человека и как конструктора.

Теперь несколько слов о том, как воплощались в жизнь принятые решения.

Добрынинская «фирма» увязла в испытаниях своего двигателя. Поневоле пришлось использовать микулинские моторы АМ-3, почти в полтора раза менее мощные, но с гарантированным ресурсом в 150 ч.

Вообще о советском подходе в разработке двигателей говорилось в статье о Ту-204 (см. «Инженер-Механик» № 2/2006). Другими словами, чтобы быть на уровне западных конкурентов, в наших условиях в конструкцию закладывались повышенные значения оборотов и степени сжатия. Огрехи, допущенные в текучке производства, неизбежно снижали качество мотора, но с учетом предварительно повышенных температуры, давления, оборотов летать на нем было можно, если не думать о повышенных расходах топлива и о том, что всякое дополнительное нагружение (а перечисленные меры, безусловно, утяжеляют условия работы агрегатов мотора) приводит к снижению ресурса. А ресурс можно поднять только после длительных испытаний и доводок.

Итак, испытаниям и доводкам двигателя ВД-5 конца-края не было. Мясищеву пришлось установить двигатели АМ-3, заведомо зная, что они не дадут нужной мощности и нужной дальности полета. АМ-3 накладывал ограничение на взлетную массу: не более 190 т.

Было решено компенсировать «прокол» с двигателями применением более прочных материалов. Как раз к тому времени были разработаны алюминиевые сплавы повышенной прочности В-65 и В-95 (предел прочности на растяжение — свыше 40 кг/мм²). Однако не только специалисты,

но и любой опытный слесарь знает, что чем прочнее металл, тем он, как правило, более хрупок. Делать «гибкое» крыло из хрупкого материала? Чудачество, если не вредительство.

Но и здесь «фирме Мясищева» повезло: проектировщики очень удачно разбили кессонные панели крыла на отдельные полосы из более прочного и менее прочного сплава с учетом того, какая нагрузка — на растяжение или сжатие — будет основной для каждого элемента будущего кессона. Части конструкции из В-95 работали только на сжатие. «Пакет» из собранных на болтах полос был, конечно, тяжелее, чем из цельковых плит того же материала, но легче, чем из «стандартного» Д-16. В то же самое время «пакет» не позволял развиваться трещинам, был достаточно гибким. В полете допускались колебания консолей крыла с амплитудой в 2 м. Что и требовалось доказать.

«Гибкими» на самолете Мясищева были отделяемые части крыла (ОЧК). Центроплан же наоборот, имел так называемые «развитые» формы с заметно большим сужением, чем ОЧК. «Развитая» форма с большой строительной высотой у корня (относительная толщина профиля у корня 15 %) позволила упрятать в крыле крупные двигатели.

В крыле самолета размещались 50 мягких резиновых баков.

С шасси проблемы были также трудноразрешимыми. У самолетов «нормальной» схемы при взлете все происходит само собой: перед отрывом от земли хвост немного опускается, нос поднимается, угол атаки крыла увеличивается, самолет взлетает. В бомбардировщик же Мясищева пришлось ввести дополнительный привод, названный «механизмом вздыбливания». Этот механизм при разбеге заставлял переднюю «ногу» шасси как бы «становиться на пятку», т. е. передняя пара колес поднималась в воздух, стойка тем самым удлинялась, увеличивая угол атаки крыла. Дистанция разбега с применением «вздыбливания» уменьшилась с 2600 до 2200 м.

Необходимое пояснение. Мясищевцы не могли, подобно создателям Б-47 и Б-52 увеличить угол установки крыла: им мешали большие двигатели. Отсюда и высокая стойка передней «ноги» шасси, отсюда и «вздыбливание», отсюда и вид «дракона, вытянувшего шею».

Передняя пара колес передней «ноги» была поворотной, как на автомобиле, и позволяла рулить по аэродрому. При «вздыбливании», когда передние колеса оказывались в воздухе, самолет мог двигаться только по прямой.

Для уменьшения разбега-пробега конструкторы ввели мощную механизацию крыла с щелевыми закрылками.

Более слабые, чем предполагалось, двигатели вместе с большим крылом давали на взлете вредный эффект, который назвали «подхватом». Большое крыло создавало подъемную силу, достаточную для отрыва раньше, чем самолет набирал расчетную скорость, необходимую для устойчивого подъема. Огромная машина подпрыгивала в небо, однако двигатели ее еще не «держали», она рушилась на хвост.



В связи с трудностями влета и посадки в КБ было организовано отдельное бюро, занимающееся исключительно составлением графиков работы на этих режимах. В результате взлет стал вообще автоматической операцией, летчику строго запрещалось «помогать» самолету, дергая штурвал. Зато пилот должен был знать и вводить в автомат взлета перед работой параметры влажности, давления, температуры воздуха и направления ветра.

Специальный автомат «растормаживания», разработанный впервые в мире, должен был воспрепятствовать движению «юзом» при посадке. Колеса должны были вращаться, но с максимальным возможным усилием.

Вообще же, когда самолеты Мясищева пошли в войска, авиационный фольклор прокомментировал это событие так: на мясищевских машинах пилот должен быть таким же мастером взлетов и посадок, как на истребителях он должен быть мастером пилотажа.

По всем каналам управления были установлены бустеры. Соответственно в пилотской кабине монтировались специальные пружинные загрузчики органов управления, связанные с забортными датчиками давления для того, чтобы пилоты чувствовали полет. Самолет Мясищева, таким образом, получил самую сложную гидросистему в СССР.

Транспортный самолет ВМ
на базе бомбардировщика ЗМ



Интересный момент: бомбардировщики США времен Второй мировой войны имели, пожалуй, самую лучшую стрелковую защиту из всех подобных самолетов в мире. В СССР же в целях экономии оборонительное оружие, за некоторым исключением, было скудным.

После войны все пошло наоборот. Американцы стали уменьшать количество стрелковых точек на самолете, советские конструкторы — увеличивать. Мясищев оснастил свой самолет тремя пушечными башнями — верхней, нижней и задней, с шестью пушками калибром по 23 мм. Прицеливание производилось по радару. Для обороны применялись также различные «ловушки» и другие средства радиоэлектронной борьбы.

Экипаж мог наносить бомбовые удары с применением как радиолокационного, так и оптического прицелов.

Аэродинамическое качество 18, оно выше, чем у самолета Ту-95 из-за более «чистого» крыла (нет винтов).

В фюзеляже были две гермокабины: передняя для 2 штурманов, 2 пилотов, бортинженера и хвостовая для стрелков. Все кресла экипажа (8 человек) при необходимости катапультировались вниз. Автор этой статьи иногда слышал вопросы: а почему вниз? Дело в том, что при катапультировании вверх с большого самолета в то время не было никакой гарантии, что кресло с пилотом не ударится о киль, например.

По традиции фюзеляж конструктивно делился на 3 части. За передней гермокабиной в носовой части находились передние топливные баки, за ними — отсек передней стойки шасси, бомбоотсек, контейнер со спасательной лодкой, отсек оборудования. Хвостовая часть была загружена боезапасом для пушек, там же были задние баки, гермокабина стрелков, кормовая пушечная установка, узлы навески оперения.

Теперь подробнее остановимся на истории создания и производства

Конкурирующая «фирма» Туполева «захватила» лучший в стране Казанский авиационный завод, однако в 1953 г. самолет Ту-95 временно «сошел с дистанции» из-за катастрофы.

За «мясищевцами» остался, тем не менее, только завод в Филях.

Уже в сентябре 1953 г. вышло Постановление СМ СССР о производстве до 1955 г. первой серии самолетов КБ Мясищева из 11 машин.

Первоначальный индекс «103», которым до того обозначался бомбардировщик, официально заменили на М-4. Первый полет опытного самолета был совершен в январе 1954 г.

Зимой 1954 г. был построен и второй опытный экземпляр уже с механизмом «вздыбливания» и другими доработками. Этот самолет 1 мая 1954 г. пролетел над Красной площадью вместе с Ту-16. В августе того же года в рамках испытаний достигнута скорость 950 км/ч. Однако дальность не достигала до заданной: всего 9500 км.

04.09.1954 г. вышла Директива Генерального штаба о формировании 201-й дивизии Дальней авиации, которая должна была вооружаться самолетами М-4. Местом базирования дивизии назначался город Энгельс. Таким образом, с постановкой на вооружение М-4 все-таки опередил американцев (Б-52 пошел в войска в июне 1955 г.).

Первым командиром дивизии назначен генерал-майор С.К. Бирюков. Надо заметить: поскольку пока самих стратегических бомбардировщиков было выпущено мало, поскольку их ресурс еще желал лучшего, в дивизию поставляли и самолеты Ту-16.

Завод в Филях выпустил всего 32 бомбардировщика М-4, 3 погибли в катастрофах во время испытаний, 6 — в эксплуатации.

С самого начала испытаний опытных бомбардировщиков, зная, что дальность, скорее всего, не удовлетворит заказчика, начались работы по дооборудованию самолетов системами дозаправки в воздухе. Задание на разработку дозаправки получило КБ С.М. Алексеева, уже упоминавшегося в этой работе. После долгих доводок и испытаний М-4А (так называли самолет с возможностью дозаправки в воздухе) пролетел 08.02.1957 г. 14500 км за 17 ч, что вполне удовлетворило представителей ВВС.

После этого весь парк М-4 был выведен из эксплуатации на год: часть самолетов переоборудовали в М-4А, часть в заправщики М-4-2.

Вообще же самолет М-4 все-таки был «сыроват». При всех революционных решениях и всех внушительных достижениях он был очень сложен в обслуживании, ремонте и эксплуатации (здесь уже упоминалось о шести катастрофах). В литературе говорится даже о «бабьем бунте», когда жены пилотов вышли на полосу аэродрома в Энгельсе, сорвав полеты. Между тем, был случай и аварийной посадки «на брюхо», по-видимому, единственный в мире для столь тяжелой машины. При этом были только заменены листы обшивки, и бомбардировщик продолжал летать. М-4 как система оружия действительно обладал большим потенциалом.

Параллельно шла работа в КБ Добрынина по доводке своих двигателей. К концу 1955 г. несколько понизив исходную силу тяги, инженеры все-таки добились приемлемых данных по ресурсу. При этом двигатель ВД все равно оказался на четверть экономичнее и на 15 % мощнее, чем АМ-3. В связи с повышенной степенью надежности новых двигателей было принято решение вывести из экипажа бортинженера. Соответственно в кабине появилось небольшое пространство для отдыха.

27 марта 1956 г. совершил первый полет бомбардировщик с добрынинскими двигателями. Ему было присвоен индекс ЗМ. Взлетная масса возросла до 202 т, аэродинамическое качество — до 18,7, дальность с одной дозаправкой в воздухе — до 15 тыс. км. Самолет ЗМ был немедленно запущен в серию. На серийные самолеты со временем ставились все более совершенные двигатели, так что к началу 1960-х гг. самолеты Мясищева стали действительно грозной силой. Потенциал самолета был продемонстрирован в 1959 г. установлением 12 мировых рекордов высоты, скорости и грузоподъемности (командиры корабля Н. Горяйнов и Б. Степанов). Так, с нагрузкой в 25 т самолет показал скорость 1028 км/ч.

В 1960-е гг. модернизация ЗМ продолжалась. На него ставились все более мощные двигатели, позволявшие взять на борт все больше топлива. Самолет выпускался в вариантах бомбардировщика (24 т бомб калибром от 500 до 9000 кг, в т. ч. ядерные, термоядерные, управляемые), ракетносца (ЗМД), разведчика, постановщика морских мин.

Производство ЗМ было прекращено вслед за закрытием КБ (выпущено более 90 машин), а после встреч Горбачева с Рейганом и подписания

договора ОСВ-2 все стоящие на тот момент на вооружении самолеты были порезаны на металлолом. Несколько заправщиков на базе ЗМ служили до 1994 г. На сегодняшний день в России летает на авиационных шоу единственный ВМ-Т, переоборудованный в транспортный самолет.

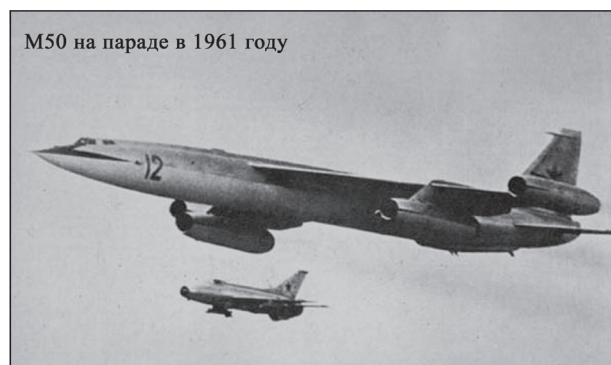
Стратегический бомбардировщик М-50

В финале традиционного в СССР воздушного праздника на аэродроме в Тушино по случаю Дня воздушного флота в 1961 г. диктор объявил: к аэродрому приближается сверхзвуковой ракетносец.

Зрители увидели, как из воздуха появилась огромная белая стрела и с тяжким грохотом понеслась прямо на них. Никто сразу не рассмотрел, что по бокам стрелы летели два истребителя сопровождения — настолько они казались маленькими. Промчавшись над трибунами, вся троица дружно включила форсаж, пригнувшись к земле все живое, и крутой «горкой» прыгнула в мутноватое московское небо. Самолеты исчезли, а отзвуки их грома все катились по полю, заглушая аплодисменты, крики восторга многочисленной толпы и бравурные марши из репродукторов.

Н.С. Хрущев на правительственной трибуне смотрел именником: он предупреждал этих империалистов, что СССР обладает не только ракетами, но и самым современным авиационным оружием. Так вот, пусть полюбуются...

На Западе началась лихорадочная работа аналитиков. Пленки, снятые в Тушино иностранными диппредставителями, гоняли вперед и назад, увеличивали, только что не пробовали на зуб. Вывод экспертов: самолет по массе, по-видимому, равен проектируемой американской «Валькирии». Значит, имеет и сопоставимые дальность с бомбовой нагрузкой. Можно ожидать достижение этим бомбардировщиком высокой сверхзвуковой скорости, однако «Валькирию» он не догонит ни за что, поскольку его вид с точки зрения аэродинамики соответствует достижениям середины 1950-х гг., а для 1961-го г. это уже архаика.



М50 на параде в 1961 году

И тем не менее: ЭТО уже летает, а «Валькирия» только проектируется.

Никто из экспертов не знал, что Хрущевым по современному ловким пиарщиком — уже было принято решение ограничиться одним экземпляром суперсамолета, его главного конструктора — В.М. Мясищева — направить на работу в ЦАГИ, а КБ расформировать и передать «ракетной» отрасли.

Никто не знал, что самолет был построен «на живую нитку», и пилоту его просто для того, чтобы держать курс на малой высоте, приходилось работать, как кочегару на паровозе.

Мясищев и мясищевцы, конечно же, были на параде и упрямо надеялись, что триумфальный полет их детища поможет перемене умонастроенный политического руководства страны. Но чуда не произошло. Бомбардировщик М-50 был нужен Хрущеву в качестве козыря в политической торговле с американцами: вы закрываете свою программу, а мы свою.

Так что в том, что «Валькирия» так и не вышла из опытной стадии разработки, есть и «вина» парада в Тушино 1961 г.

История создания

Костяк возрожденного в 1951 г. самого молодого в стране КБ Мясищева составляли выпускники МАИ конца 1940 – начала 1950-х гг., те ребята, с которыми он в бытность свою профессором прорабатывал курсовые и дипломные проекты дальних бомбардировщиков. Может быть, поэтому мясищевцы брались за воплощение самых дерзких замыслов.

Параллельно с работой над М-4 в 1951 г. в КБ началась проработка следующего, на тот момент совершенно фантастического сверхзвукового стратегического бомбардировщика. Летом 1955 г. вышло постановление Совета Министров СССР, «легализовавшее» эти работы. Мясищев получил звание Генерального конструктора, а Главным он назначил Я.Б. Нодельмана.

Постановлением определялась дальность в 15 тыс. км с дозаправкой в воздухе, без дозаправки бомбардировщик должен был доставить груз в 5 т на дальность в 13 тыс. км. Скорость максимальная определялась как 1800 км/ч, крейсерская как 1500 км/ч.

Как уже говорилось, двигательные «фирмы» Советского Союза наперебой строили моторы все больше и большей мощности. Лидер в этом соревновании к 1955 г. — КБ Кузнецова — предложило двигатель ТРДДФ (турбореактивный, двухконтурный, с форсажем) НК-6, который, имея

массу в 3,5 т, выдал на испытании тягу в 22,4 т — наверное, мировой рекорд. Расход топлива при такой тяге составлял 1,72 кг/кгсч. Показатели неплохие и спустя полвека. НК-6 были немедленно взяты за основу при проектировании сверхзвукового бомбардировщика.



М50 в Монино

Облик и конструкция самолета

Сроки, отпущенные правительством на создание самолета, были, как всегда, очень сжатыми, поэтому из всех прорабатываемых в КБ предварительно вариантов конструкции выбор был остановлен на схеме моноплана с треугольным крылом тонкого профиля (относительная толщина 3,5 %) и нормальным управлением, т. е. аэродинамически бомбардировщик повторял уже отработанные в СССР формы истребителей Микояна и Сухого. Двигателей было 4, для облегчения конструкции одну пару из них подвесили под крылом на пилоне, вторую — на концах крыла. Эти последние должны были играть роль своеобразных аэродинамических гребней, препятствующих перетеканию потока воздуха с нижней поверхности крыла на верхнюю (для треугольного крыла большой стреловидности — явление очень вероятное и опасное).

Вкладных резиновых баков в крыле не было, топливо заливалось прямо в кессон, покрытый изнутри герметиком.

Для достижения максимальной дальности полета Мясищевым было принято совершенно необычное решение ограничить экипаж всего двумя людьми. Однако такой выбор диктовал необходимость разработки максимально автоматизированной системы управления, никогда до того в СССР не применявшейся. Кроме того, требовалось разработать совершенно новую систему защиты с дистанционно управляемыми пушками, мощными прицельными радарными и телевизионными прицелами.

Кресла экипажа катапультировались вниз.

От М-4 самолет «позаимствовал» велосипедное шасси с механизмом «вздыбливания» и систему посадочной механизации. Механизация позволяла ограничить посадочную скорость весьма скромными для такой машины 270 км/ч.

Масса пустого самолета равнялась 85 т, взлетная — от 200 до 250 т. Максимальная бомбовая нагрузка доходила до 30 т.

Основной конструкционный материал — алюминиевые сплавы. Впервые в СССР применялись цельнотянутые панели кессона крыла с последующим фрезерованием.

Огромную роль в создании сверхзвукового бомбардировщика сыграли конструкторы системы управления.

Во-первых, была разработана (по-видимому, впервые в мире) электрическая система управления двигателями. Во-вторых, основное управление самолетом при помощи тяг и бустеров было дополнено полностью гидравлической системой, давление в которой задавалось перемещением штурвала и педалей в кабине пилота.

Из-за огромной разницы в потребных моментах на управление самолетом на разных скоростях полета (чем больше скорость, тем, как правило, больше потребный момент на управление, за исключением так называемой «трансзвуковой» области, где возможны и обратные явления) было необходимо применить рулевые поверхности большой площади. Для уменьшения массы самолета было решено сделать цельноповоротными как горизонтальное оперение (ЦПО), так и киль (ЦКВО) — опять же впервые. Углы отклонения рулевых поверхностей менялись автоматически в зависимости от скорости полета.

Также впервые в СССР была разработана автоматическая система балансировки самолета в полете методом перекачивания топлива из хвостовых баков в крыльевые и обратно. Автоматика

балансировки отслеживала не только опорожнение баков и скорость полета, но и сброс бомб.

Фюзеляж самолета в большей части занимали баки. Вся проводка управления монтировалась в гаргротах сверху и снизу фюзеляжа, что было удобно для ремонта и обслуживания (что-то подобное применено, например, на космических ракетах типа «Восток» – «Союз»).

Масса пустого 85 т, максимальная взлетная от 200 до 250 т, расчетный потолок 16500 м, расчетная скорость — 1950 км/ч.

Снова немного истории

По традиции, двигателисты «фирмы» Кузнецова не выдержали сроков поставки своего НК-6. Ресурс двигателя ограничивался 50 ч. В результате пришлось переделывать самолет под двигатели КБ Добрынина ВД-7Б и ВД-7М и с ними начинать испытания.

Весной 1959 г. огромный самолет был переправлен в Жуковский в летно-исследовательский институт (ЛИИ). Осенью того же года начались испытания. С «чужими» моторами бомбардировщик никак «не хотел» преодолеть скорость звука.

А затем — закрытие темы.

В 1967 г. КБ Мясищева было восстановлено. В нем, как и раньше, в порядке конкуренции с «фирмой» Туполева разрабатывался сверхзвуковой стратегический бомбардировщик. Кроме того, был построен стратегический высотный разведчик, аналогичный по применению американскому У-2.

В конце 1970-х гг. на базе стратегического бомбардировщика М-4 был построен транспортный самолет ВМ для перевозки агрегатов космической системы «Энергия-Буран». ВМ перевозил грузы в 40 м длиной, диаметром 8 м и массой до 40 т.

Владимир Михайлович Мясищев умер в октябре 1978 г.

Продолжение в следующем номере

МИНСК ГЛАЗАМИ ОЧЕВИДЦА

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

(Продолжение. Начало см. в № 45, 46)

Погостив два дня у старых знакомых на Троицкой горе, только для того, чтобы лучше поверить прежние свои заметки о старом Минске, я возвратился на Высокий рынок и занялся описанием нового города.

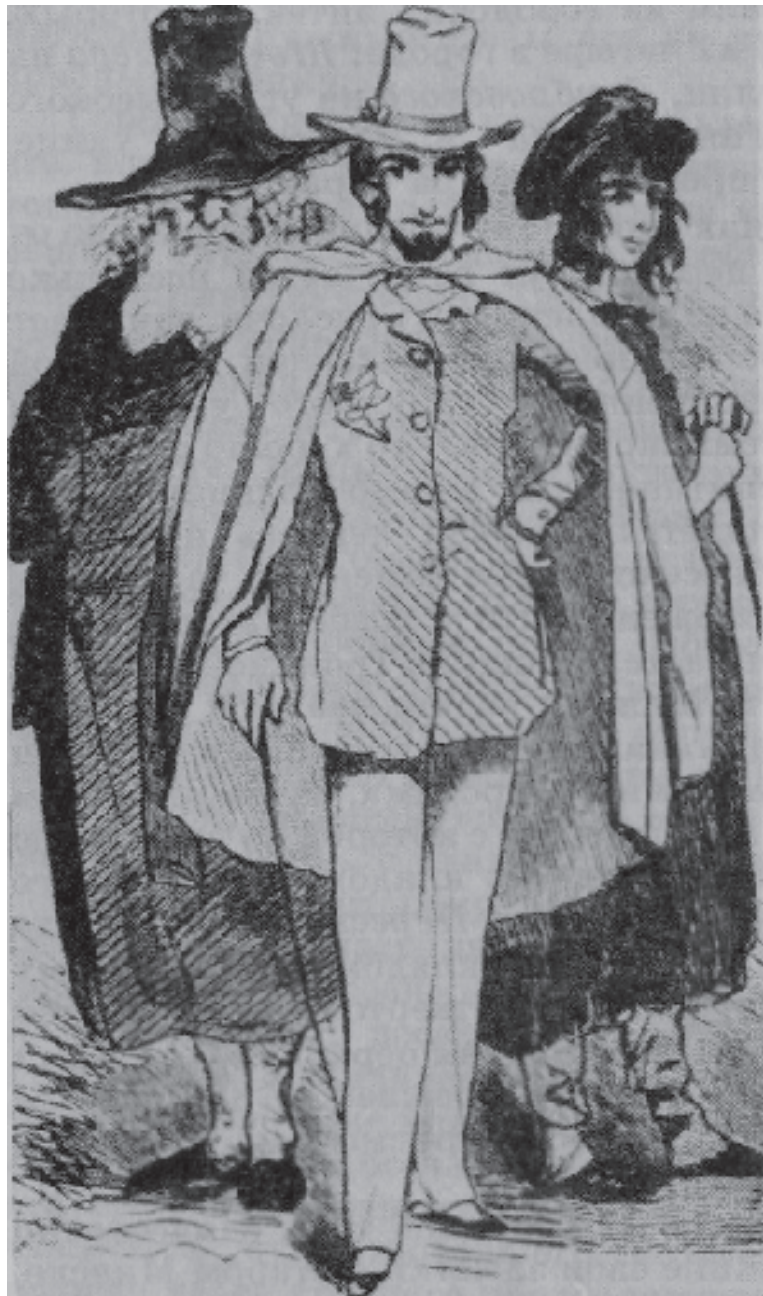
Высокий рынок получил это название от того, что лежит на самом главном возвышении города. Он имеет форму огромного квадрата, посреди которого расположен громадный трехэтажный гостиный двор, окруженный со всех сторон на некотором расстоянии красивыми каменицами домов и храмов. Под Высоким рынком, собственно, и разумеется этот гостиный двор да примыкающие к нему бесчисленные лавки и магазины, но к нему можно причислить все улицы, лежащие между Низким рынком и Новым местом, а именно: Доминиканскую, Волошскую, Бернардинскую, Койдановскую, Фелицианскую, Романовскую, Францишканскую, Зыбицкую и часть Захарьевской.

Гостиный двор наполнен лучшими магазинами, лавками и погребями христианских и еврейских купцов. В подвальном этаже устроены галантерейные, москательные и особенно фруктовые лавки; пред фруктовыми в прямой линии расставлены квадратные зеленые столы, на которых во всякое время года, особенно летом и осенью, найдете лимоны, апельсины, сливы и разных сортов яблоки и груши; из последних особенно замечательны своим вкусом и величиной сапежанки — так называемые именем Казимира Сапеги, вывезшего этот сорт груш... из Венгрии и разведшего их в родовом своем имении — местечке Березине (Минская губерния, Игуменский уезд) незадолго до своей смерти. Во втором этаже помещаются довольно богатые магазины чайные, шелковые, суконные и вообще с красным товаром; особенно замечательны: чайный русского купца Ракова,

шелковые и суконные евреев — Гурвича, Лурия и Шайкевича и галантерейный Дельпеша. В третьем этаже помещаются жилые комнаты. Против гостиного двора, в виду собора, тянется длинная линия табачных, москательных, ситцевых и разных мелких лавок, пред которыми на некотором расстоянии стоят маленькие зеленые, так называемые меняльные столики для мены денег. Позади этих лавок устроен полукругом другой гостиный двор с чайными магазинами большей частью русских купцов; к ним примыкает несколько маленьких лавочек с молоком, маслом, сыром и яйцами. По правую сторону главного гостиного двора возвышается ратуша, в зданиях которой, между прочим, помещается театр, состоящий в настоящее время под покровительством местного губернатора. Прежде минский театр был в руках частного содержателя и находился в стенах большого каменного дома Ляховского. В мое время содержателем был драматический артист Хелмиковский: труппа его составлена была довольно старательно; из актеров особенно замечательными считались: комик Дроздовский, трагик Саркевич и госпожи: Жуковская, Войцеховская, Грабская, сестры Ашнергер и более всех отличалась госпожа Хелмиковская, жена самого антрепренера. Ныне Хелмиковский находится со своей труппой в Ковно. Вместо него назначен смотрителем, или управляющим, театра штатный чиновник, а театр переведен в ратушу. Ратушный театр невелик, но довольно красиво и изящно отделан, чем обязан бывшему минскому губернатору А.В. Семенову: по ходатайству его назначен штат для театра, с производством актерам определенного жалования. Во время настоящего моего проезда через Минск более других славились господа Новиков и Пирожков и госпожа Микуцкая. Последняя, говорят, очень недавно вышла замуж

не за актера. Между старым театром и ратушей расположен небольшой круглый бульвар, окаймленный в два ряда вековыми пирамидальными тополями, образующими из себя довольно тенистую аллею; в середине бульвара разведен маленький парк или, правильнее, цветник. Бульвар посещается минчанами больше летом, когда возле ратуши играет городская музыка: в это время по вечерам обе аллеи, круглая и поперечная, наполняются самым лучшим обществом горожан и горожанок, разодетых не хуже петербургских красавиц; евреев на этот раз не пускают, они блуждают вне ограды бульвара. Зато по субботам весь бульвар наполняется смуглыми, черноокими жидовками, большая часть из них одета чисто... рядом, чинно, заложив обе руки в задние карманы сюртука, расхаживают... франты. В торжественные царские дни бульвар иллюминуются на балконе ратуши, возле гауптвахты, освещаются плашками вензель и транспорт. Против бульвара и ратуши квартира местного губернатора и его канцелярии. Рядом с квартирой губернатора возвышается каменный римско-католический костел, носящий название катедр (собора), ради постоянного пребывания в Минске польского епископа. В Минске есть также римско-католическая семинария, в Доминиканской улице, в здании бывшего доминиканского монастыря.

В виду ратуши и гостиного двора, по направлению к Бернардинской площади, стоит изящной архитектуры каменный православный Петропавловский собор, вновь построенный в 1850 г. вместо сгоревшего в 1835 г. Сгоревший собор был очень древний: начало его построения относится к концу XVI в.; в начале XVII в. при нем был монастырь, к которому принадлежали разные земли и вотчины, пожалованные минским дворянством. В половине XVII в. и собор, и монастырь обращены были в унию, а в конце XVIII в. возвращены в недра православия... Здание древнего монастыря уцелело, и ныне в нем помещается православная духовная консистория и соборное духовенство. Новое здание собора украшено готическим стилем и отличается изящной про-



Еврей-купцы. Рис. Гогенфельдена. 1857 г.

стой. Живопись икон отзывается духом византийской школы и замечательна точным выполнением художника, кажется, с умением взявшегося за дело. Собор вмещает в себе бесценную для всего западнорусского края святыню, древнейшую чудотворную икону Богородицы. Икона эта имеет тесную связь с историей Минска. По свидетельству Стебельского, она та самая, которая помещена была некогда великим князем земли русской, равноапостольным Владимиром, в киевской Десятинной церкви, и хранилась там более

500 лет. В начале XVI в., именно в 1500 г., когда заволжский хан Шахмат Гирей вел войну с перекопским ханом Мехмет-Гиреем, в то же время при разграблении Киева татарами икона эта, по снятии с нее украшений, брошена одним из татар в Днепр и чрез некоторое время явилась в Минске за рекой Свислочью против Замка, где, по необыкновенному сиянию будучи примечена жителями города, взята и поставлена в так называемой Замковой Рождества Богородицы церкви 13 августа 1500 г.; там находилась она 116 лет. Отсюда по распоряжению униатского митрополита Рутского в 1616 г. перенесена в Святодуховскую церковь, где над многими из прибегавших к помощи небесной заступницы совершались чудеса божьей благодати. По уничтожении же в Минске унии икона эта сделалась достоянием православного собора, сначала старого, а теперь нового. Таким образом, святыня эта около четырех веков сохранилась в Минске и была свидетельницей сперва народного благосостояния и утверждения православия в минском крае, потом бедствий от гонений со стороны польского католичества, старавшегося уничтожить православие в Минске, а наконец и торжества, с каким оно возродилось и укрепилось под скипетром единой державы. Но этот образ Богоматери, был долгое время собственностью отторгнутых от православной церкви и снова возвращенных в недра ее униатов, не имел до 1852 г. достойных древней святыни украшений. Супруга нынешнего начальника Минской губернии Е.П. Шкларевич при участии и содействии некоторых благотворительных особ в Минске и в Петербурге пожертвовала новую, драгоценную, украшенную камнями серебряную ризу, которая освящена была 1852 г. накануне праздника Рождества Христова преосвященным Михаилом, епископом минским и бобруйским. Рядом с собором расположено большое каменное здание, вмещающее в себе губернские присутственные места: оно построено на месте сгоревшего в 1835 г. дома гимназии, которая помещается теперь в новом казенном большом здании на углу Францишканской улицы; в здании гимназии кроме воспитанников, пансионеров живут директор и инспектор. Разными улучшениями и благотворительными для воспитанников западнорусского края нововведениями гимназия многим обязана нынешнему своему директору М.Е. Десницкому. Кроме гимназии есть еще дворянское училище, состоящее из пяти классов.

На Высоком рынке помещаются и другие учебные заведения. Так, близ собора, на углу Бернардинского и Соборного переулков, в доме

Зимницкого (прежде палац Ключинских) помещается еврейское училище, до 1845 г. существовавшее под названием Талмуд-Тора и не имевшее никаких прав. При влиянии местного гражданского и учебного начальства и при усердном содействии самих минских евреев, в особенности купцов: Гурвича, Лурия, Шайкевича, раввина Галпера и учителя Левина, училище это преобразовано соответственно изданным от Министерства народного просвещения правилам с введением преподавания русского языка и арифметики. Торжественное обновление Талмуд-Торы происходило в мае 1845 г. в присутствии бывшего виленского военного, гродненского, минского и ковенского генерал-губернатора Ф.А. Мирковича. При этом случае два еврея, Левин и Леванда, назначенные начальством в учителя, произнесли, один на русском, а другой на немецком языке, речи, в которых изобразили свое прежнее отчуждение от других племен, населяющих Россию, и радость об уничтожении этой преграды между ними и прочими согражданами благостью монарха.

Есть также детский приют, основанный при бывшем минском гражданском губернаторе А.В. Семенове. Приют помещается на углу Койдановской и Фелицианской улиц, в том самом месте, где еще не так давно, именно в 1833 г., существовал костел рохитов, построенный некогда в 1752 г. совратившимся в польское католичество бывшим белорусским помещиком Шишко. В приюте воспитываются и девочки, и мальчики; содержание его обеспечено пожертвованиями. Смотрение за детьми вверено начальнице и ее помощницам, которые состоят также и учительницами; все они живут в здании приюта. В приюте воспитываются исключительно бедные дети, особенно девочки. Дочери же состоятельных родителей получают воспитание в благородных пансионах, между которыми первое место занимает пансион госпожи Парникель, начальницы всесторонне образованной и вдобавок очень хорошо владеющей русским языком, что одно ставит ее выше прочих содержательниц минских пансионов, большей частью не знающих русского языка, а между тем состоящих воспитательницами девиц в русском крае. Но кроме этого достоинства есть и другие в госпоже Парникель: она очень внимательна к своему заведению, беспристрастна к воспитанницам и снисходительна к более бедным родителям, желающим доставить пансионское воспитание своим дочерям, но не имеющим возможности платить назначенной для всех цены; таким родителям она делает уступки

и нередко значительные. Пансион ее находится на углу Бернардинского переулочка и Зыбицкой улицы в доме бенедиктинок. После заведения госпожи Парникель следует пансион под фирмой Монтигранди на улице Францишканской. В свое время этот пансион славился на всю Минскую губернию; даже дочери помещиков Могилевской и Гродненской губерний поступали в пансион Монтигранди; особенно пользовался он известностью при некогда бывшем минском губернаторе Долгорукове; но с выездом его из Минска он упал и ныне стоит в числе второстепенных. Затем следуют пансион госпожи Шрейдер в Захарьевской улице, пани Белевич на Ляховском предместье и наконец — менее всех известный пансион господина Стефановича в Францишканской улице.

К числу замечательных зданий Высокого рынка должно отнести лютеранскую церковь в Захарьевской улице, построенную в 1846 г. частью пособием правительства, частью сборами городского протестантского общества. Здание церкви очень красиво и совершенно похоже на здание православных храмов: вокруг церкви — погост и ограда; говорят, на погосте будет кладбище взамен настоящего лютеранского кладбища, лежащего близ хутора Медвежина, между койдановской и старой, так называемой Военной, или кальварской, дорогами и отстоящего от церкви чуть ли не на три версты. Зато оно очень хорошо устроено и скорее похоже на густой сад или лес, чем на кладбище: обнесено окопом и рвом и засажено фруктовыми деревьями. Многие из горожан ходят сюда гулять и собирать грибы.

Лютеранская церковь замыкает собой пределы Высокого рынка, граничащего с Новым местом улицами Доминиканской и частью Захарьевской, которая, образовав угол с Доминиканской, идет мимо архиерейского двора и потом в виду городского сада соединяется с борисовской почтовой дорогой.

Под Новым местом, или Новым рынком, размещается часть города, занимающая пространство, во-первых, от почтамта до Ляховки, во-вторых, от Плебанского моста до конца Кошарской улицы и Игуменской заставы. Название такое оно получило от новоустроенной между архиерейским двором и почтовой улицей площади, на которой по воскресеньям производились городские торги. Бывало, сюда собирались поселяне и однодворцы со всех окрестных сел, деревень и застенков с разными товарами. С самого раннего утра площадь наполнялась бесчисленными телегами, колымагами, возами и колесами (белорусская особого

устройства телега, вроде петербургских ломовых) с зерновым хлебом, овсом, гречей, просом, мукой, картофелем, свеклой, луком, чесноком и разными крупами, с яйцами, курами, индюками, утками и дичью, с маслом, сметаной и молоком. Более зажиточные сельские хозяева приезжали с живыми кабанями, телятками, коровами и даже лошадьми. Тут же помещались и возы с дровами, лыками, пенькой, дранью, лучиной и веревками. Хаос страшный! Воскресные торги с площади Нового места переведены за город на бывший Конный рынок, а Конный рынок перенесен к еврейскому кладбищу, вследствие чего и еврейское кладбище переведено к койдановской дороге, за версту от прежнего. Такое благодетельное распоряжение дало возможность Новому месту, или рынку, получить другое, более приличное назначение. Площадь уравнили, насыпали щебнем и оградили барьерами; у барьера со всех четырех сторон площади насадили в два ряда кленовые деревья, и таким образом явился очень недурной бульвар. Во время так называемых контрактов, или дворянских выборов, начинающихся с 19 марта, а еще правильнее, во время ярмарки июньской, на новой площади устраиваются магазины для помещения привозимых из Киева, Кролевца, Вильно, Одессы, Москвы, Варшавы и даже из Пруссии товаров: шелковых, хрустальных, фарфоровых, бронзовых, серебряных, золотых и бриллиантовых. Но между привозными товарами помещаются в некоторых магазинах предметы туземных минских фабрик, например сукна фабрик графа Потоцкого, Каминского и Скирмунта и бумажные материи логойской фабрики графа Тышкевича. Кроме того, в контрактных магазинах найдете мужскую и женскую обувь минской работы, славящуюся в целой Белоруссии, и в большом количестве вывозимую в Киев во время зимних контрактов: говорят, один Богоревич несколько сот готовых сапог сбывает на киевской ярмарке. Московские книгопродавцы привозят русские книги и тем восполняют недостаток минских книжных магазинов, наполненных больше польскими, французскими и отчасти немецкими, но не имеющих новых современных сочинений на русском языке. А ведь нельзя упрекнуть минчан, что они не читают русские книги. Я сам был свидетелем, как при мне получали с почты сочинения русских классиков смирдинского издания и журналы «Современник», «Отечественные записки» и «Москвитянин». Не говорю уже о русских газетах: их можно встретить в каждом зажиточном доме. В подтверждение охоты минчан к

чению русских книг можно привести то обстоятельство, что в Минске по просьбе самих жителей вследствие ходатайства бывшего минского губернатора А.В. Семенова, учреждена публичная библиотека, которая выписывает все русские журналы, газеты и разные отдельные сочинения для доставления небогатым людям возможности следить за ходом отечественной литературы. Библиотека устроена при губернаторской конторе и состоит в ведении правительства.

Судя по такому количеству товаров в контрактных магазинах, естественно, нужно ожидать и большого числа покупателей. Покупателями этими бывают приезжие помещики и вообще дворянство, для которого устраиваются на Высоком рынке в доме Гейдукевича казино (от итальянского саззта, увеселительный домик), т. е. танцевальные собрания, которые, впрочем, бывают в Минске и в другое время, особенно зимой — в карнавалах; распорядителем их Дельпеш, бывший городской голова. Кроме того, для приезжих открыты театр, разные акробатические и гимнастические представления. Кофейни, трактиры и кондитерские довольно порядочны; из трактиров известнее прочих ресторация Фогеля и особенно Цыбульского на Высоком рынке в одном здании с старым театром. Во время контрактов в трактирах и кондитерских играет музыка.

На углу Новорынковского бульвара на значительном возвышении по направлению к городскому саду расположен архиерейский двор, вмещающий обширное каменное здание епископских комнат, соединенное со стенами домовою теплой церкви и окаймленное с одной стороны цветником, заслоненным от бульварной площади старинными липами и решетчатой оградой, с другой — большим садом, с третьей — уютным флигелем для помещения домашней канцелярии и секретаря, с четвертой — монашескими кельями и певче-

ским домом. Архиерейская церковь небольшая, но очень хорошо устроена и замечательна греко-византийской живописью икон. Предание говорит, что гора, на которой раскинут архиерейский двор, была местом кладбища какой-то очень древней церкви, но какой именно, неизвестно достоверно, потому что о ней не упоминается ни в древних актах Минской губернии, ни в метрических записях, ни в городском инвентаре. Можно думать, что гора эта составляла некогда одно целое с горой, лежащей против архиерейского двора и примыкающей к Юрьевской улице, но впоследствии разрезана для проведения Захарьевской улицы от нынешнего бульвара до городского сада. В Минске есть старожилы, которые помнят, что Захарьевская улица доходила только до этой горы. Будучи одним целым, не составляла ли эта гора погоста и кладбища при церкви Георгиевской или Юрьевской, от которой получила название Юрьевская улица? В подтверждение предположения, что эта гора или, по крайней мере, часть ее близ Юрьевской улицы была кладбищем, можно привести то обстоятельство, что и теперь еще у подошвы возвышений, от Юрьевской улицы, на которых расположены дом и сад господина М., когда отпадают глыбы земли, находят в этих глыбах человеческие кости и черепа, также железные гвозди, которыми, вероятно, сколочены были гробы. Отчего же не допустить, что при кладбище была церковь и церковь именно Георгиевская, если улица, при границе которой сохранились остатки древних могил, до сих пор называется Юрьевской, то есть Георгиевской же? Но если допустить существование этой церкви, то начало ее нужно отнести к самой глубокой древности, т. е. ко времени древнего православия в Минске. Догадка эта разрешится временем или каким-нибудь случайным счастливым обстоятельством.

Продолжение в следующем номере