

# ИНЖЕНЕР- МЕХАНИК

№ 1 (50)  
январь – март  
2011

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 28.03.2011.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 5,6. Уч.-изд. л. 4,7.

Тираж 300 экз. Заказ № 105.

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

Русецкий Анатолий Максимович .....2

### Энергосбережение

Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 гг.....3

### Разработки ученых и специалистов

Порхает как бабочка и жалит как пчела.....6

Современное технологическое машиностроение: резервы развития.....11

Концептуальный подход связи проектов Microsoft Visual Studio C++ и системы компьютерной математики Matlab.....22

Основные пути и некоторые итоги развития технологий скоростного термоупрочнения сталей.....26

### Страницы истории

Из истории танкостроения.....32

Из славной истории действия Днепровской (Пинской) военной флотилии на белорусской земле.....40

### Из истории авиации

Наш ответ Чемберлену, или Стратегическая авиация СССР.....43

### Из истории Минска

Минск глазами очевидца.....46

## РУСЕЦКИЙ АНАТОЛИЙ МАКСИМОВИЧ



14 февраля исполнилось 60 лет Председателю Президиума Национальной академии наук Беларуси, доктору технических наук, профессору Русецкому Анатолию Максимовичу.

Родился Русецкий А.М. в г. Борисове Минской области в 1951 г.

После окончания Белорусского политехнического института по специальности «Приборы точной механики» с 1973 г. работал в Институте физики им. Б.И. Степанова Академии наук БССР, а с 1977 по 1981 г. ведущим конструктором ОКБ «Импульс» Министерства радиопромышленности СССР.

С 1981 по 1997 г. Анатолий Максимович в Научно-производственном объединении «Планар» Министерства электронной промышленности СССР, в котором прошел путь до руководителя объединения концерна «Планар».

Под руководством Анатолия Максимовича Русецкого в 90-е гг. было создано и освоено в производстве новое поколение оборудования для субмикронных производств: оптико-механическое, сборочное, контрольноизмерительное.

Концерн «Планар» вышел и прочно закрепился на зарубежных рынках. Были заключены крупные контракты на разработку и поставку оборудования с известными мировыми компаниями.

В 1997 г. Анатолий Максимович Русецкий назначен заместителем министра промышленности Республики Беларусь, а в 2002 г. — первым заместителем министра. В этой должности он курировал радиоэлектронную, электромеханическую, оптико-механическую отрасли и вопросы научно-технической политики. Под его руководством и при непосредственном участии создавался научно-технический потенциал машиностроительного комплекса Беларуси. Осваивалось и развивалось производство новых современных образцов авто-тракторной и уборочной техники, дизельных двигателей, металлообрабатывающего оборудования, продукции радиоэлектроники, средств телекоммуникаций, точного электронного машиностроения, оптико-механических систем.

С 2002 по 2003 г. на посту Председателя Комитета по науке и технологиям при Совете Министров Республики Беларусь Анатолий Максимович Русецкий продемонстрировал творческий подход к проблемам научно-технического развития Республики Беларусь. По его предложению и при непосредственном участии был сформирован и начал реализовываться целый комплекс государственных целевых программ развития автотракторостроения, станкостроения, радиоэлектроники — основных отраслей машиностроительного комплекса Беларуси, нацеленных на разработку и выпуск новой конкурентоспособной продукции.

С 2003 г. свой богатый научно-производственный опыт Анатолий Максимович Русецкий воплотил на посту Министра промышленности Республики Беларусь.

Анатолий Максимович Русецкий — крупный ученый, внесший значительный вклад в развитие отраслевой науки и освоение ее результатов на производстве. Наиболее известен он работами по созданию технологического оборудования для производства электронной техники. Им выполнен комплекс исследований по разработке теоретических и прикладных основ проектирования

технологического оборудования субмикронных производств сверхбольших интегральных схем. Созданное на базе разработок оборудование внедрено на предприятиях Беларуси, СНГ и стран дальнего зарубежья.

Научные труды Русецкого А.М. в области электронного машиностроения во многом способствовали прогрессу данной отрасли и отмечены Государственной премией Республики Беларусь.

В течение 2010 г. Анатолий Максимович Русецкий возглавлял Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси.

Учитывая огромный опыт государственной работы, высочайшую научно-производствен-

ную квалификацию, личные качества руководителя и организатора, Глава государства — Президент Республики Беларусь Александр Григорьевич Лукашенко в декабре 2010 года назначил Анатолия Максимовича Русецкого Председателем Президиума Национальной академии наук Беларуси.

Свой юбилей Анатолий Максимович встречает в расцвете научного дарования и творческих сил, полный свежих идей, мыслей и представлений по дальнейшей работе.

Редколлегия журнала и издательство в целом поздравляют Анатолия Максимовича с юбилеем, желают крепкого здоровья, счастья и благополучия.

## РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ПРОГРАММА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА 2011–2015 гг.

ПОСТАНОВЛЕНИЕ СОВЕТА МИНИСТРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

24 декабря 2010 г. № 1882

### Об утверждении Республиканской программы энергосбережения на 2011–2015 гг.

Совет Министров Республики Беларусь ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить прилагаемую Республиканскую программу энергосбережения на 2011–2015 гг.\* (далее — Республиканская программа).

Государственному комитету по стандартизации довести Республиканскую программу до заинтересованных.

2. Республиканским органам государственного управления и иным государственным организациям, подчиненным Правительству Республики Беларусь, облисполкомам, Минскому горисполкому ежегодно предусматривать в региональных и отраслевых программах энергосбережения меры по реализации Республиканской программы.

3. Контроль за реализацией Республиканской программы возложить на Государственный комитет по стандартизации.

4. Настоящее постановление вступает в силу с 1 января 2011 г.

**Премьер-министр  
Республики Беларусь**

**С. Сидорский**

УТВЕРЖДЕНО  
 Постановление Совета Министров  
 Республики Беларусь  
 24.12.2010 № 1882

**КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

Программы	Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 гг. (далее — Республиканская программа)
Основание для разработки программы	<p>Директива Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «Экономия и бережливость — главные факторы экономической безопасности государства» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2007 г., № 146, 1/8668).</p> <p>Указ Президента Республики Беларусь от 17 сентября 2007 г. № 433 «О Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь».</p> <p>Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» от 15 июля 1998 г. № 190-3 (Ведамасці Нацыянальнага сходу Рэспублікі Беларусь, 1998 г., № 31–32, ст. 470).</p> <p>Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 9 августа 2010 г. № 1180 «Об утверждении стратегии развития энергетического потенциала Республики Беларусь» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2010 г., № 198, 5/32338).</p> <p>Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19 июля 2010 г. № 1076 «Об утверждении Государственной программы строительства энергоисточников на местных видах топлива в 2010–2015 гг.» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2010 г., № 183, 5/32215).</p> <p>Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 9 июня 2010 г. № 885 «Об утверждении Программы строительства энергоисточников, работающих на биогазе, на 2010–2012 гг.» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2010 г., № 144, 5/32007).</p> <p>Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22 февраля 2010 г. № 248 «О мерах по повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов на период до 2012 года» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2010 г., № 53, 5/31328).</p> <p>Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 7 декабря 2009 г. № 1593 «Об установлении заданий по доле местных топливно-энергетических ресурсов в балансе котельно-печного топлива и признании утратившим силу постановления Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2004 г. № 1680» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2009 г., № 300, 5/30869).</p> <p>постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23 января 2008 г. № 94 «Об утверждении Государственной программы «Торф» на 2008–2010 гг. и на период до 2020 г.» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2008 г., № 29, 5/26698).</p> <p>Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31 октября 2007 г. № 1421 «Об утверждении Программы технического переоснащения и модернизации литейных, термических, гальванических и других энергоемких производств на 2007–2010 гг.» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2007 г., № 265, 5/26063).</p> <p>Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31 августа 2007 г. № 1122 «О мероприятиях по реализации Директивы Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3» (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2007 г., № 225, 5/25774).</p>
Заказчик-координатор программы	Государственный комитет по стандартизации (далее — Госстандарт)
Разработчики программы	<p>Республиканское унитарное предприятие «Белинвестэнергосбережение», Госстандарт, Национальная академия наук Беларуси, Министерство энергетики, Министерство промышленности, Министерство сельского хозяйства и продовольствия, Министерство жилищно-коммунального хозяйства, Министерство архитектуры и строительства, Министерство транспорта и коммуникаций, Министерство образования, Министерство здравоохранения, Министерство культуры, Министерство информации, Министерство торговли, Министерство лесного хозяйства, Белорусский государственный концерн по нефти и химии, Белорусский производственно-торговый концерн лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, Белорусский государственный концерн по производству и реализации фармацевтической и микробиологической продукции, Белорусский государственный концерн по производству и реализации товаров легкой промышленности, Белорусский государственный концерн пищевой промышленности «Белгоспищепром», Белорусский республиканский союз потребительских обществ, областные и Минский городской исполкомы</p>

Цель и задачи программы	разработка и организация выполнения комплекса организационных и технических мероприятий, взаимосвязанных по ресурсам, исполнителям, срокам реализации, направленных на снижение энергоемкости валового внутреннего продукта (далее — ВВП), замещение импортируемых топливно-энергетических ресурсов (далее — ТЭР) местными и создание необходимых условий для повышения уровня энергетической безопасности республики
Основные направления программы	<p>Повышение эффективности работы генерирующих источников, использующих традиционные виды топлива.</p> <p>Развитие нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.</p> <p>Снижение потерь при транспортировке энергии.</p> <p>Утилизация тепловых вторичных энергоресурсов.</p> <p>Повышение энергоэффективности в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве и бюджетной сфере.</p> <p>Снижение энергозатрат в жилищно-коммунальном хозяйстве.</p> <p>Развитие экономической заинтересованности производителей и потребителей энергоресурсов в повышении эффективности их использования.</p> <p>Активизация работы по созданию новых энергоэффективных и импортозамещающих технологий, оборудования и материалов.</p> <p>Работа по популяризации энергосбережения и рационального использования энергетических ресурсов.</p> <p>Реализация проектов международной технической помощи в сфере энергосбережения.</p> <p>Осуществление контроля за ходом выполнения Республиканской программы</p>
Срок выполнения программы	2011–2015 гг.
Прогнозная стоимость программы	Общая сумма расходов на реализацию Республиканской программы эквивалентна 8662,5 млн долл. США. Объемы финансирования мероприятий Республиканской программы уточняются при разработке годовых отраслевых и региональных программ энергосбережения. Объемы финансирования из республиканского и местных бюджетов подлежат уточнению после их утверждения
Источник финансирования	Собственные средства, кредитные ресурсы, средства республиканского и местных бюджетов, прямые инвестиции
Контроль за выполнением программы	Госстандарт
Исполнители основных заданий программы	Организации Министерства энергетики, Министерства промышленности, Министерства сельского хозяйства и продовольствия, Министерства жилищно-коммунального хозяйства, Министерства строительства и архитектуры, Министерства транспорта и коммуникаций, Министерства образования, Министерства здравоохранения, Министерства культуры, Министерства информации, Министерства торговли, Министерства лесного хозяйства, Белорусского государственного концерна по нефти и химии, Белорусского производственно-торгового концерна лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, Белорусского государственного концерна по производству и реализации фармацевтической и микробиологической продукции, Белорусского государственного концерна по производству и реализации товаров легкой промышленности, Белорусского государственного концерна пищевой промышленности «Белгоспищепром», Белорусского республиканского союза потребительских обществ, областных и Минского городского исполкомов
Ожидаемые результаты реализации программы	<p>Снижение энергоемкости ВВП в 2015 г. на 29–32 процента по отношению к 2010 г.</p> <p>Достижение экономии ТЭР за счет использования современных технологий, оборудования и внедрения других энергосберегающих мероприятий — 7,1 млн т условного топлива (далее — т у. т.) в течение 2011–2015 гг.</p> <p>Достижение доли местных топливно-энергетических ресурсов (далее — МВТ) в балансе котельно-печного топлива (далее — КПТ) республики не менее 28 процентов в 2015 г.</p> <p>Соблюдение требований по уровню выбросов парниковых газов в атмосферу (в эквиваленте CO<sub>2</sub>)</p>

## ПОРХАЕТ КАК БАБОЧКА И ЖАЛИТ КАК ПЧЕЛА (Разработки инженеров-механиков )

*к.т.н. Павлович А.Э., к.т.н. Мишута В.Н., аспирант Мишута Д.В.  
ООО «Мидивисана»*

В заглавии данной статьи приводится известная характеристика знаменитого боксера Али, которую можно в полной мере отнести к запатентованной изящной конструкции [1] мобильной машины (рис. 1) с кузовом-контейнером переменного объема [2, 3].

«Летает как бабочка», так как этому способствуют ходовые качества такой машины, созданной на базе автомобиля МАЗ для оперативной доставки и развертывания помещений в полевых условиях, а также легкость ее управления и схожесть с бабочкой в развернутом состоянии.

«Жалит как пчела», так как это в полной мере можно сказать о своевременных и эффективных действиях профессионалов, работающих в комфортабельном салоне данной машины (рис. 3 и 4) производства ООО «Мидивисана» для оперативного управления скоротечными процессами с частой сменой мест дислокации на больших пространствах, например для применения в качестве спасательных групп МЧС, передвижных госпиталей, пунктов управления военного назначения, жизнеобеспечения полевых исследовательских, геодезических, строительных партий и т. п.

Возможна также модификация такой «бабочки» производства ООО «Мидивисана» для применения в качестве передвижных госпиталей, спасательных групп МЧС, жизнеобеспечения полевых исследовательских, геодезических, строительных партий и т. п. Данная машина оснащена современной системой жизнеобеспечения, оборудованной для средств связи и автоматизации управления. Она рассчитана на 9–12 рабочих мест.



Рис. 1. Общий вид «бабочки», производимой под показанными товарными знаками ООО «Мидивисана»

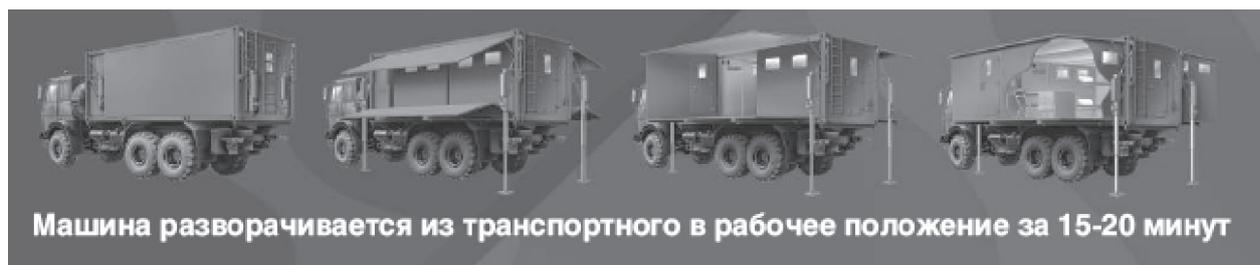


Рис. 2. Диаграмма раскрытия крыльев «бабочки»



Рис. 3. Общий вид «развернутой бабочки» в полевых условиях

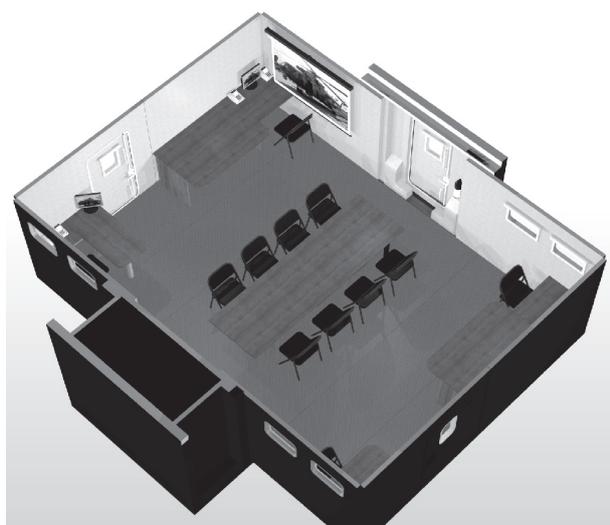


Рис. 4. Общий вид салона «развернутой бабочки»

Важными техническими элементами «бабочки», во многом определяющими быстрдействие ее разворачивания, являются силовые цилиндры 3 (рис. 5), устанавливаемые в нишах задней и боковых стенок кузова-фургона 1 на поворотных кронштейнах 2.

Силовые цилиндры 3 служат для подъема и опускания кузова-фургона 1 и способствуют расположению его отдельно от автомобиля.

Инженеры-механики, конструкторы и прибористы ООО «Мидивисана» постоянно совершенствуют «бабочку», внося в ее устройство и технологию изготовления оригинальные решения в соответствии с запросами заказчиков такой техники.

В данной статье приводится новое техническое решение, которое направлено на повышение оперативности и удобства управления разворачиванием-свертыванием «бабочки» на месте ее дислокации.

На существующих мобильных машинах силовые цилиндры 3 снабжены телескопическими штоками 4, приводимыми в действие от сервопривода 5 с помощью или электромеханического привода, или от гидравлической системы.

Однако для этого нужно возить в прикрепляемом прицепе или в отдельном автомобиле автономный дизель-генератор. При этом в конструкции силового цилиндра 3 используются длинноходовые и «капризные» в эксплуатации выдвижные телескопические штоки 4. Все это удорожает и усложняет конструкцию данных машин и их техническое обслуживание.

Кроме того, разворачивание «бабочки» производится с помощью 4–6 человек за сравнительно относительно большое время, порядка 15–20 мин.

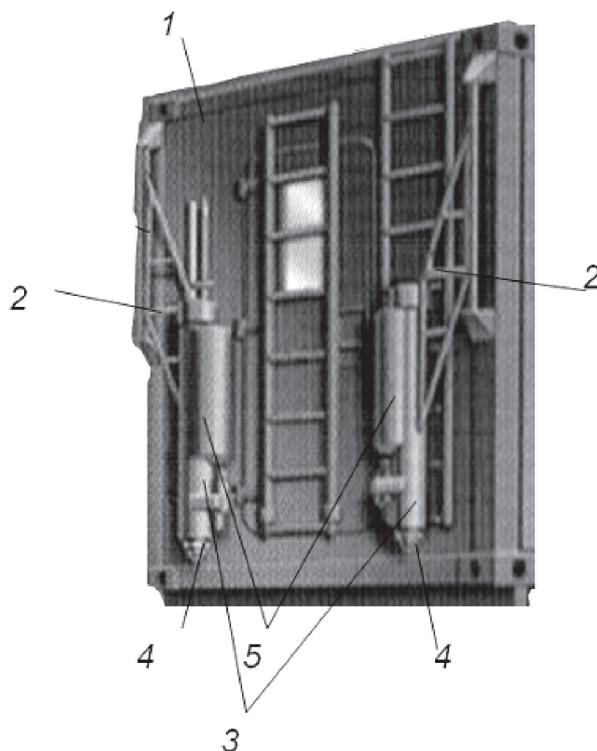


Рис. 5. Вид на заднюю стенку кузова-фургона «бабочки»

Предлагается устранить указанные недостатки, а также частично автоматизировать процесс разворачивания панелей «бабочки», используя штатный пневмопривод автомобиля МАЗ, на котором устанавливается и перевозится кузов-фургон 1.

На рис. 6–8 поясняется сущность такой модернизации.

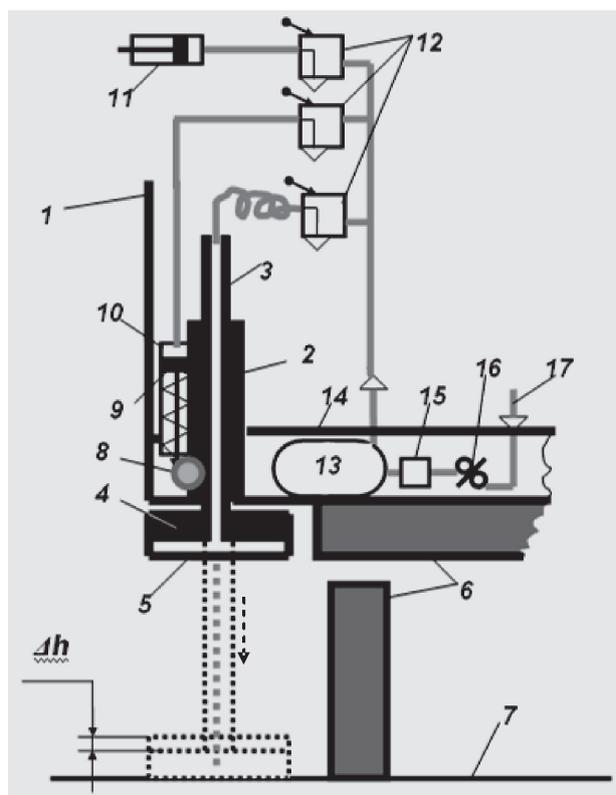


Рис. 6. Принципиальная схема пневмопривода управления «бабочкой»

В нишах каждого из четырех углов кузова-фургона 1 (фиг. 6), в направляющих 2 расположены полые штоки 3, соединенные с поршнями 4, которые, в свою очередь, герметично расположены внутри опорных площадок 5.

Кузов-фургон 1 установлен на шасси 6 автомобиля над грунтом 7. Полые штоки 3 застопорены в направляющих 2 клиновыми зажимами 8 с помощью подпружиненных поршней 9 пневмоцилиндров 10, которые, как и пневмоцилиндры 11 системы автоматического открывания панелей кузова «бабочки», а также как и полые штоки 3, сообщены с кранами 12 подачи сжатого воздуха из ресивера 13, расположенного в нише 14 днища кузова-фургона 1. Ресивер 13 через регулятор давления 15 и разрывную пневмомуфту 16 сообщен с магистралью 17 пневмопривода автомобиля.

При воздействии на средний по схеме кран 12 сжатый воздух из ресивера 13 подается в бесштоковые полости пневмоцилиндров 10, ослабляя стопорение полых штоков 3 клиновыми зажимами 8. В результате происходит плавное опускание опорных площадок 5 на грунт 7 с образованием зазора  $\Delta h$  между верхней их частью и поршнем 4. После этого через средние по схеме краны 12 сжатый воздух удаляется в атмосферу из бесшто-

ковых полостей пневмоцилиндров 10, которые возобновляют силу надежного стопорения полых поршней 3 в направляющих 2.

Затем при воздействии на верхний по схеме (рис. 6) кран 12 сжатый воздух из ресивера 13 подается с различной скоростью в бесштоковые полости пневмоцилиндров 11, штоки которых, воздействуя через передаточный механизм, выдвигают из пеналов удлиненные опорные направляющие для приема центральных складных панелей, а также раскладывают их, поворачивают верхнюю панель и раскладывают с разворотом боковые панели, образуя дополнительные боковые помещения «бабочки» (рис. 2).

Собранная таким образом конструкция мобильной машины опирается на шасси автомобиля 6 (рис. 6) и на опорные площадки 5 через их поршни 4 и застопоренные в направляющих 2 полые штоки 3.

В случае необходимости отъезда автомобиля, например, для транспортировки еще одного кузова-фургона, воздействуют на нижний по схеме (рис. 6) кран 12, подавая сжатый воздух из ресивера 13 через полые штоки 3 под поршни 4 опорных площадок 5. В результате кузов-фургон 1 поднимается над шасси 6 автомобиля на высоту, достаточную для беспрепятственного отъезда автомобиля и равную ликвидируемому зазору  $\Delta h$  между верхней частью опорных площадок 5 и их поршнями 4.

Во время отъезда автомобиля автоматическое разведируются части разрывной пневмомуфты 16 с обеспечением герметичности пневмосистемы кузова-фургона 1. После отъезда автомобиля, обратно воздействуя на нижний по схеме (рис. 6) кран 12, выпускают сжатый воздух из полых штоков 3, опуская их вместе с кузовом-фургонном 1 вниз на величину, равную вновь образуемому зазору  $\Delta h$  между верхней частью опорных площадок 5 и их поршнями 4.

При необходимости передислокации «бабочки» описанные выше операции осуществляют в обратной последовательности с установкой кузова-фургона 1 на шасси 6 подъехавшего автомобиля.

Пример конструктивного выполнения клинового зажима 8 полого поршня 3 в направляющих 2 показан на рис. 7, а опорных площадок 5 — на рис. 8.

Опорная площадка 5 (рис. 8) завинчена полой втулкой 18 в отверстие с конической резьбой полого штока 3. Внутри опорной площадки 5 расположены поршни 4 с уплотнением 19. Такое уплотнение хорошо себя зарекомендовало в ответственном пневмоузле автомобиля — пружинном энергоаккумуляторе [4].

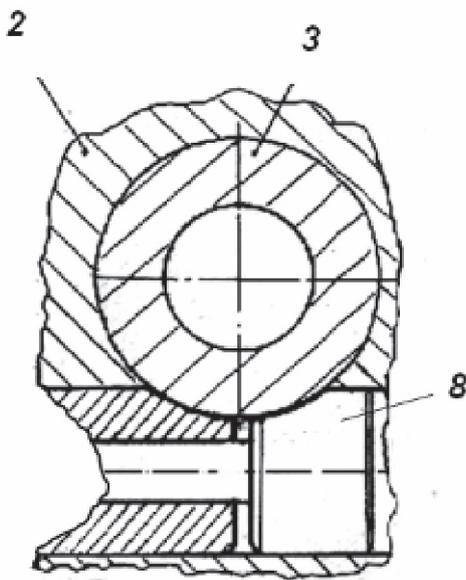


Рис. 7. Пример конструкции клинового зажима

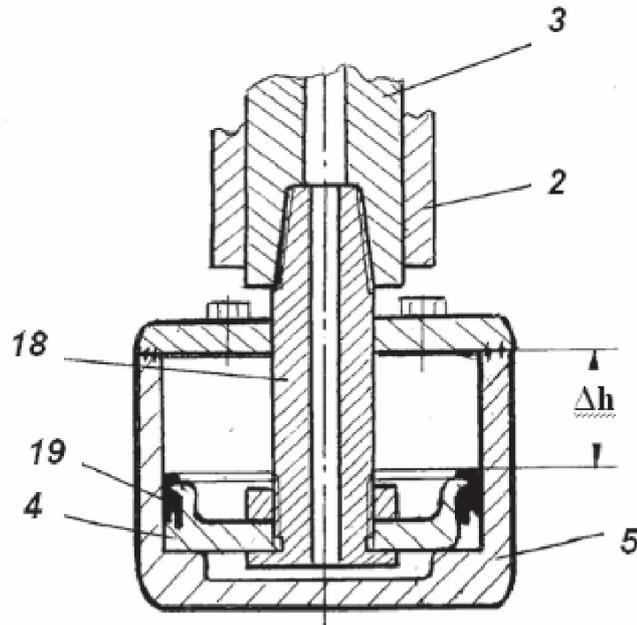


Рис. 8. Пример конструкции опорной площадки

Для определения оптимальных конструктивных параметров силовых узлов и элементов предлагаемой пневмосистемы кузова-фургона 1 и согласования ее работы со штатной пневмосистемой автомобиля МАЗ рекомендуется применить известную методику по расчету пневмоприводов в машиностроении [5] на основе дифференциальной формы характеристического уравнения состояния

$$V_0 dp = RTdQ, \quad (1)$$

где  $V_0$  — текущий заполняемый объем в пневмоприводе, складывающийся для определения параметров работы подъема и опускания кузова-фургона 1 из суммы объемов бесштоковых полостей опорных площадок 5, внутренних полостей полых штоков 3 и подводящих трубопроводов, а для определения параметров работы пневмоцилиндров 10 и 11 (рис. 6) — из суммы объемов их бесштоковых полостей и подводящих трубопроводов;  $dp$  — приращение давления сжатого воздуха;  $R$  — газовая постоянная;  $T$  — температура сжатого воздуха;  $dQ$  — приращение массы сжатого воздуха в пневмоприводе.

Реализация математической модели по определению статических и динамических характеристик предлагаемого пневмопривода «бабочки» осуществляется с помощью элементов булевой алгебры в MathCAD или в Excel для итоговых уравнений заполнения и опорожнения текущего объема  $V_0$ :

$$t_n = V_0 p_{цн} RTG; \quad (2)$$

$$t_o = \ln(p_{цн0} / p_{цн}) V_0 / RTG, \quad (3)$$

где  $t_n$  и  $t_o$  — время наполнения и опорожнения текущего объема до необходимого давления;  $p_{цн}$  и  $p_{цн0}$  — текущее значение давления сжатого воздуха в бесштоковых полостях опорных площадок 5 или в пневмоцилиндрах 10, 11;  $p_{цн0}$  — исходное значение давления сжатого воздуха в данных полостях;  $G$  — расход сжатого воздуха через любой из кранов 12 (рис. 6), а также через трубопроводы и пневмодрессели, которые служат для обеспечения плавности разворачивания складных панелей кузова-фургона 1 и плавности его опускания и подъема.

Уравнение расхода сжатого воздуха  $G$  составляется по известной методике [6] с учетом скорости распространения звука в воздухе, а также значений газовой постоянной, давления в системе питания автомобиля сжатым воздухом, коэффициента расхода, проходного сечения трубопроводов и кранов 12, а также с учетом характера течения сжатого воздуха по отношению к критическому режиму его течения ( $p_{вых} : p_{вх} = 0,528$ ). При этом расход воздуха через кран 12 (рис. 6) в пневмоцилиндры 10 или 11 или в бесштоковую полость опорных площадок 5 происходит с показателем политропы, равным 1,4 в докритическом ( $p_{вых} : p_{вх} > 0,528$ ) и надкритическом турбулентных режимах ( $p_{вых} : p_{вх} < 0,528$ ) на основе формулы Сен-Венана и Ванцеля [7]:

$$G_1 = (\mu g)_3 p_{\text{ВЫХ}} \sqrt{\frac{2}{RT} \left[ \frac{p_{\text{Ц}}}{p_{\text{ВЫХ}}} \left( 1 - \frac{p_{\text{Ц}}}{p_{\text{ВЫХ}}} \right) \right]}; \quad (4)$$

$$G_2 = (\mu g)_3 p_{\text{ВЫХ}} \sqrt{\frac{1}{2RT}}, \quad (5)$$

где  $G_1$  и  $G_2$  — расход воздуха в докритическом и надкритическом режимах истечения;  $(\mu g)_3$  — эквивалентное пневмосопротивление крана 12 и дросселей;  $p_{\text{ВЫХ}}$ ,  $p_{\text{Ц}}$  — текущие значения давления на выходе из крана 12 и в бесштоковых полостях пневмоцилиндров 11, 12 или опорных площадок 5.

Расчет элементов пневмопривода, которые вводятся для обеспечения его следящего действия при раскладывании складных панелей ку-

зова-фургона 1 и при его подъеме-опускании, рекомендуется вести с учетом конструктивных особенностей пневмоаппаратуры и особенностей ее отрицательной обратной связи [8] с пневмоцилиндрами 10, 11 и опорными площадками 5.

Благодаря предлагаемой конструкции системы управления кузовом-фургоном 1, а также применению описанной выше методике определения оптимальных параметров силовых узлов и элементов пневмопривода этого управления, совмещенного со штатной пневмосистемой автомобиля, можно добиться значительного упрощения конструкции и обслуживания мобильных машин с существенным почти в три раза сокращением времени их оперативно развертывания и свертывания в виде «бабочки».

*Источники информации:*

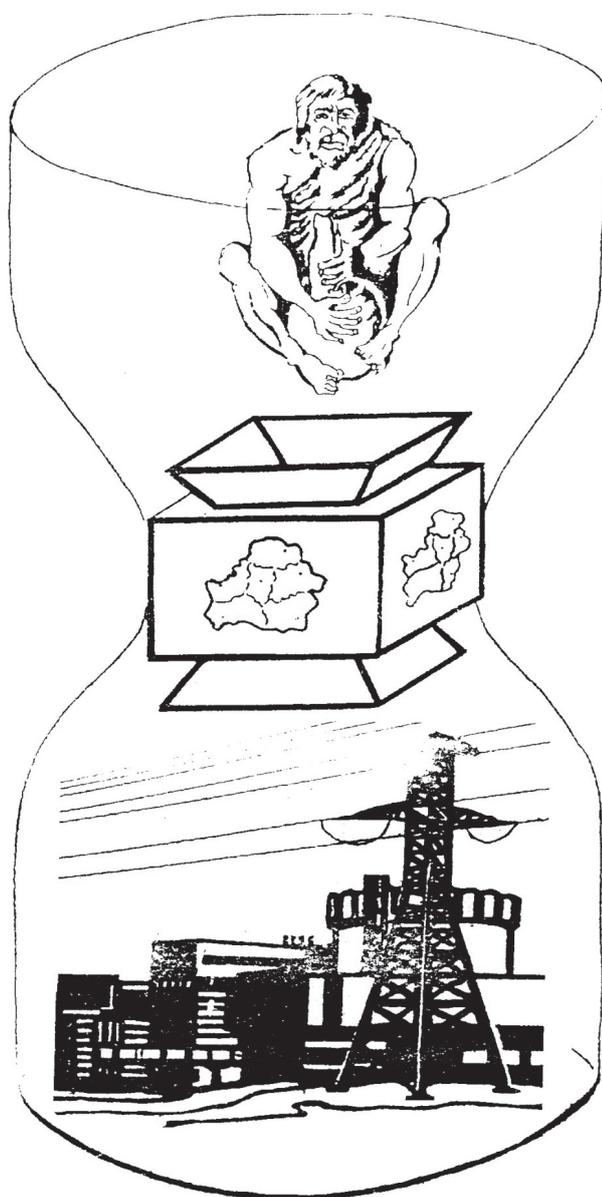
1. Патент ВУ № 7059 У, МПК В 60Р 3/00 и 3/02, Е 04В 1/343, Е 04Н 1/12. Приоритет 21.04.2010, опубликован 28.02.2011 в Официальном бюллетене НЦИС, №1, 2011 г.
2. Рекламный альбом ООО «Мидивисана». — Минск, 2008.
3. Электронный ресурс: [www.military.midivisana.by](http://www.military.midivisana.by). — [Дата доступа 3.03.2011].
4. Гуревич, Л.В. Пневматический привод автотранспортных средств / Л.В. Гуревич, Р.А. Меламуд. — М.: Транспорт, 1988.
5. Герц, Е.В. Расчет пневмопривода / Е.В. Герц, Г.В. Крейнин. — М.: Машиностроение, 1975.
6. Хользунов, А.Г. Основы расчета пневматических приводов / А.Г. Хользунов. — М.: Машгиз, 1959.
7. Погорелов, В.И. Газодинамические расчеты пневматических приборов / В.И. Погорелов. — Л.: Машиностроение, 1971.
8. Павлович, А.Э. Улучшение характеристик пневматического тормозного привода прицепных МТА путем совершенствования пневмоаппаратов. — ...дис. канд. техн. наук / А.Э. Павлович. — Минск: Белорусский политехнический институт, 1985.

УДК 621.926

## СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ: РЕЗЕРВЫ РАЗВИТИЯ

*Сиваченко Л.А.*

*Белорусско-Российский университет, г. Могилев*



### ВВЕДЕНИЕ

Программой социально-экономического развития Беларуси на 2011–2015 гг. [1] перед Народным хозяйством поставлены грандиозные задачи, в т. ч. рост ВВП в 1,62–1,68 раза, объемов промышленного производства в 1,54–1,60 раза, а инвестиций в основной капитал в 1,90–1,97 раза. Ключевая задача пятилетки — создание в Беларуси принципиально новых производств, предприятий и отраслей, производящих экспортно ориентированную, высокотехнологичную продукцию.

Прогрессивный характер нашего технологического отставания от уровня развития передовых стран, что было показано автором на примере смены технологических укладов в предшествующей статье [3], вызывает острую необходимость в выявлении основных резервов и разработки стратегии их практической реализации.

Главной задачей такого анализа является выявление не только возможных источников повышения эффективности общественного производства, но и реальная оценка их потенциала и перспектив использования.

### СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ ИЗДЕРЖКИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Основными параметрами, характеризующими общий уровень нашей экономики, является валовой внутренний продукт (ВВП), показатели внешней торговли, экспортная зависимость, степень технологичности производимой продукции, ее удельные издержки и ряд других.

К большому сожалению, нынешнее состояние экономики нельзя признать удовлетворительным. Например, душевой ВВП Беларуси в 2009 г. со-

ставил 12737,1 дол. США, что в 3 и более раз ниже, чем в Германии, Ирландии, Австралии и ряде других стран [3], а по энергоемкости ВВП мы значительно уступаем этим странам.

Особую роль в экономике Беларуси играет машиностроение, которое остро нуждается в модернизации и инновационном развитии. Так, доля машиностроения в общей структуре промышленности сократилось с 34,2 % в 1990 г. до 21,5 % в 2009 г., т. е. в 1,6 раза [4]. При этом весьма показателен тот факт, что во внешней торговле в 2009 г. экспорт составил 21304,2 млн дол., а импорт — 28659,0 млн дол. США, что дает отрицательное сальдо 7264,8 млн дол. США, но при этом объеме продукции машиностроения по экспорту 3345,5 млн дол. и по импорту 6436,1 млн дол., что дает отрицательное сальдо в 3090,6 млн дол. и составляет 42,5 % его общего значения [4].

Приведенные данные показывают не только огромный потенциал машиностроения, особенно технологического, но и неустойчивость этой отрасли, тенденции развития которой не должны устраивать наше государство. Если к этому прибавить перекос во внешней торговле, связанный со значительным ростом доли минеральных продуктов с 20,2 % в 2000 г. до 37,9 % в 2009 г. [4], то угроза перехода нашей экономики в сырьевую требует незамедлительных действий.

Заслуживает быть отмеченным коэффициент ввода новых основных фондов в промышленности [4], который в целом составляет 6,4 %, в т. ч. в машиностроении — 4,6 % и в промышленности строительных материалов — 8,7 %. Эти данные также не в пользу машиностроения, уровень перевооружения которого почти в 1,4 ниже среднего в сфере промышленности и в 1,89 раза ниже, чем в производстве строительных материалов.

Во многом последние данные являются объективной констатацией той политики, когда мы отказываемся развивать собственное машиностроение и вынуждены покупать целые заводы, например 3 цементные линии (заводы) производительностью по 1,8 млн т цемента в год для ПРУП «Кричевцементношифер», Белорусского цементного завода (г. Костюковичи) и ОАО «Красносельскстройматериалы» (г. Волковыск), по договору с Китаем на сумму около 2 млрд дол. США, комплексных линий по производству силикатных материалов, поставляемых фирмами ФРГ, и целый ряд других комплексов. А где же наши специалисты, где наши заводы? Где наше машиностроение, которым мы всегда гордились?

Производство высокотехнологичной продукции, являющейся по сути важнейшим показателем постиндустриального общества, у нас катастрофически слабо развито [5]. Так, в пересчете на душевое производство высокотехнологичной продукции этот показатель составляет: Беларусь — 28,6 дол., Ирландия ~9000 дол. и среднее мировое значение — 202 дол. США. Попытки стимулировать развитие высокотехнологичного сектора экономики (см. Указ Президента Республики Беларусь № 662 «О налогообложении высокотехнологических организаций») хоть и являются нужной мерой, но проблему не решают, что связано с применением критерия «высокотехнологическая» организация. К таковым нельзя отнести наши родные заводы: Минский тракторный завод, Минский моторный завод, Могилевский завод лифтового машиностроения и др. Улучшение таким способом приведенных показателей не делает экономику более технологичной. В контексте именно этого вопроса уместно добавить, что отечественный сектор высоких технологий наиболее быстро и эффективно можно дополнить так называемыми коммуникационными технологиями и услугами. Здесь речь можно вести о технологическом проектировании и научном сопровождении многих новых производств прежде всего на постсоветском пространстве и в развивающихся странах, но при этом основной двигательной доминантой должна быть координация с целью создания крупных отечественных компаний.

Основными проблемами нашего развития являются прежде всего организационные [6]. Холдинги, НПО, корпорации должны стать основными формами управления крупными экономическими комплексами. Здесь планируется создание управляющих компаний, которые станут основной «боевой единицей» новой структурной политики. При этом определяется конкретное приоритетное направление, создается управляющая компания, которая из имеющихся госактивов (заводы, НИИ, коллективы, в т. ч. с иностранными партнерами) создает новые предприятия, привлекает инвесторов, а руководитель такой компании отвечает за целевые показатели. Это перспективная схема организационной политики государства на 2011–2015 гг. [3, 6].

Глобализация экономики во всем мире ставит и нас в такие условия. По этой причине нам следует найти свою нишу в мировом разделении труда, а для этого мы должны создавать такую продукцию, которая конкурентна на рынке. Это можно достичь только с помощью науки.

Рост расходов на НИОКР сопровождается увеличением результативности инновационной деятельности крупных корпораций, ростом числа патентов, общих доходов компаний. Например, Siemens (ФРГ) в 2006 г. в научные исследования вложила 6,6 млрд евро. В научных центрах компании занято свыше 45 тыс. человек. Вложенные в НИОКР средства окупаются с лихвой. За этот год оборот немецкой компании составил около 115 млрд евро, причем 75 % от этой суммы принесли продукты и услуги, разработанные за последние 5 лет [7].

Как считают многие исследователи [7], развитие производства четвертого ТУ в СССР (Беларуси) приблизительно до середины 80-х гг. проходило с запаздыванием по сравнению с глобальной тенденцией на три десятилетия. А освоение производства в пятом ТУ, даже в его эмбриональной фазе (конец 80-х гг. – начало XXI в.), также происходит с серьезным запаздыванием. Поэтому расширение пятого ТУ в Беларуси носит догоняющий и имитационный характер, а удовлетворение быстро растущих потребителей происходит преимущественно за счет приобретения импортной продукции, техники и оборудования.

Белорусскому машиностроению требуется структурная перестройка, которая неизбежно будет связана с освоением выпуска новых изделий. Транспортное, сельскохозяйственное, электротехническое и станкостроительное машиностроение в силу определенных причин не может дать значительного роста объемов производства, а равно и качества. Вывод простой — следует развивать производство новой продукции, имеющей повышенный потребительский спрос.

Мировой опыт решения подобных проблем имеет множество примеров. Так, Израиль, попробовав более 30 лет назад производить крупные объекты вооружения, понял, что ему это не по силам, сделал ставку на наукоемкие системы вооружений — средства управления, приборы контроля, модернизацию летательных аппаратов, специальные виды вооружений, средства слежения и др. В результате эта маленькая страна с 10–12 % мирового рынка вооружений входит в пятерку крупнейших поставщиков вооружений с экспортом военной продукции в 2007 г. 5,6 млрд дол. США [8]. В этих производствах занято всего 40–50 тыс. человек.

Первоочередной задачей инновационной политики страны в предстоящем пятилетии является обеспечение роста наукоемкости валового внутреннего продукта на уровне не ниже 2 %.

Мировой опыт показывает, что развитие сектора высоких технологий требует постоянного роста финансирования научных затрат. Требуется новая система стимулов интенсификации этой сферы деятельности [9]. Основным потенциалом научных кадров, которые можно задействовать в этом направлении, являются университеты, но для этого требуется большая организационная работа и решение многих наболевших проблем высшей школы.

Процесс модернизации экономики следует рассматривать как цепь форсированных преобразований, имеющий своей целью сократить ее отставание от мировых лидеров, а лучше в чем-то превзойти. Ядром развития здесь является машиностроение и именно в нем решаются ключевые проблемы перехода на более высокий уровень развития.

Обратим внимание на тот факт, что за 20 лет независимого развития ни Беларусь, ни Россия не продвинулись в своем технологическом развитии. А СССР за 20 лет довоенных и послевоенных пятилеток, несмотря на огромные потери во время войны, впервые в многовековой отечественной истории вошел в число мировых технологических лидеров [10]. Мы стали дружить с Западом, но новых технологий они нам не дали и не дадут. Отсюда простое правило: надо жить своим умом и рассчитывать только на себя и свои возможности.

### **МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ И РЕЗЕРВЫ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

Глобальной проблемой развития нашей промышленности является сбалансированное обеспечение ее необходимым и минерально-сырьевыми ресурсами. В этой связи чрезвычайно остро встает проблема использования собственных полезных ископаемых, а также разведка, добыча и комплексная их переработка на новых месторождениях.

Прогрессивный рост добычи полезных ископаемых следует учитывать в прогнозах и соотносить с ними развитие средств переработки и соответствующих ресурсов: трудовых, материальных, научно-технических и др. Правительство это хорошо понимает и планирует на ближайшие годы выделить на строительство новых горно-обогатительных комбинатов 5 млрд дол. США, но, к большому сожалению, эти объекты должны построить зарубежные компании, что для нас является большой потерей, т. к. мы будем развивать чужих производителей в ущерб своим.

По мнению автора увеличение объемов добычи природных материалов в ближайшей пятилетке возрастет в 1,35–1,4 раза, т. е. примерно на 25–30 млн т в год. Здесь только для цементной промышленности дополнительно потребуется 10–12 млн т карбонатного сырья. Вот сфера практического приложения нашего технологического машиностроения.

Минерально-сырьевая база нашей страны достаточно хорошо развита в части добычи и переработки строительных материалов, в т. ч. мела, мергеля, глины, песка, гранитного камня, а также калийных руд, каменной соли, торфа, сапропелей, доломита. Предстоит большая работа по освоению новых месторождений бурого угля, железной руды, давсонита, природного гипса, трепела, фосфоритов, глауконита, чистого мела, тугоплавких глин, горючих сланцев и ряда других. [11]. Геологи прогнозируют открытие и других месторождений, в т. ч. руд цветных металлов, золота, урановых руд и даже алмазов. Добывающий сектор экономики потребует обеспечить соответствующей техникой и оборудованием.

Энергопотребление и его главная позитивная составляющая — реализуемое энергосбережение — есть абсолютный показатель текущего состояния общества. К большому огорчению мы по их абсолютным значениям уступаем передовым странам в 1,5–2,0 раза, а из-за плохой обеспеченности собственными энергоресурсами вынуждены около 80 % их покупать на стороне. Структура топливно-энергетических затрат по различным секторам экономики выглядит следующим образом [11].

Коммунально-бытовой	39,5 %
Промышленность	36,8 %
Сельское хозяйство	7,7 %
Транспорт и связь	5,6 %
Строительство	1,8 %
Остальные	8,6 %
	∑100 %

Для укрупненной оценки перспектив энергосбережения остановимся на двух самых крупных секторах — коммунально-бытовом и промышленном. По первому из них следует сослаться на мировой уровень, где этот сектор развит очень хорошо. Вне всяких сомнений энергопотребление здесь можно уменьшить не менее чем в 2 раза. Это догоняющий сценарий, он основан на доступных методах и средствах и вполне доступен.

Гораздо сложнее оценка ситуации в промышленности. В наших условиях это должна быть особая стратегия, основная на создании своей национальной производственной структуры, способной выпускать высококонкурентную продукцию. Основываясь на заданиях Республиканской Программы энергосбережения на 2011–2015 гг. и собственных представлениях, связанных с развитием технологического машиностроения, считаю возможным промышленное энергосбережение в объемах 30 % и более.

В других секторах экономики существенного энергосбережения вряд ли следует ожидать, т. к. здесь планируется большой рост производства, а вот снижение удельных показателей энергопотребления позволит значительно снизить энергоемкость ВВП. Резюмируя сказанное, резерв энергосбережения в ближайшие 10 лет может достигнуть минимум 30–32 %, что означает уменьшение потребления энергоресурсов в 1,4 раза.

В области энергосбережения Беларусь сделала большой шаг вперед, но предшествующие мероприятия касались в основном систем генерирования, подачи и распределения энергоресурсов. Сейчас центр тяжести работ по энергосбережению должен переместиться в промышленность, а это требует значительных затрат, решения сложных не только научных и технических проблем, но и самых болезненных — организационных. О том, что последний фактор является самым важным, свидетельствует упомянутая выше Программа энергосбережения. В ней отсутствуют крупные проекты, учитывающие реальные возможности отечественной промышленности, в т. ч. цементной, производства удобрений и многих других. Причина этого заключается в психологии руководителей предприятий, которые, будучи связаны административными барьерами, не хотят рисковать своим положением. Исключение составляет только освещение, которое является наиболее употребительным объектом энергосбережения.

Ресурсосбережение для экономики страны — не менее важное направление повышения ее эффективности, чем энергосбережение. Это гораздо более многоплановая сфера деятельности, служащая для экономии всех видов сырья и материалов, замены дорогих на более дешевые, уменьшения технологических потерь, использования отходов, увеличения степени переработки и извлечения целевых компонентов, снижения транспортных издержек и т. д. Перечень примеров ресурсосбережения необычайно разнообразен и охватывает все сферы деятельности человека, а вот для прак-

тической их реализации требуется главное — наличие высокоэффективных технологических средств, способных производить комплексную обработку окружающей материальной среды на основе оптимальных технологических режимов.

### ДЕЗИНТЕГРАТОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ИХ ТЕХНИЧЕСКАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Для обоснования целесообразности реализации энерго-технологической концепции модернизации экономики необходим соответствующий анализ базовых отраслей промышленности. В качестве примера рассмотрим современный уровень технологических переделов, связанных и использованием процессов измельчения материалов.

Промышленное производство Беларуси характеризуется большой долей затрат на переработку различных материалов: строительного сырья, удобрений, пищевых продуктов, твердого топлива, химических реагентов, множества наполнителей и добавок, всевозможных отходов и т. д. Центральными операциями их переработки являются измельчение, классификация, смешивание, транспортирование, уплотнение, гранулирование, сушка, обжиг, автоклавная обработка, вакуумирование и т. д.

Из множества технологических переделов остановимся на тех, основу которых составляет процесс измельчения. Их вполне приемлемо называть дезинтеграторными [13, 14] и на такой основе дать комплексную оценку их технологической эффективности и технического уровня.

Анализ дезинтеграционных технологий целесообразно делать по следующей схеме: объемы производства, затраты на проведение, совершенство технологии, уровень оборудования, перспективы развития, стоимость перевооружения, научный и проектный потенциал, машиностроительная база. С учетом уровня нашего машиностроения и последних событий в мире, ставку следует делать прежде всего на собственный научно-технический потенциал.

**Объем переработки.** При значительной доле в нашем народном хозяйстве машиностроения, транспорта, приборостроения и сельского хозяйства объемы дезинтеграторных переделов очень велики и по нашим оценкам составляют примерно 100 млн т в год, т. е. средняя душевая переработка составляет до 10 т. О достоверности этих цифр можно судить по объемам переработки важнейших продуктов, млн т:

Производство калийных удобрений	40,0
Цементное сырье, в т. ч. клинкер	10,0–12,0
Щебень гранитный и других видов	14,0–15,0
Доломит	2,5–3,0
Зерно и зернобобовые	8,0
Силикатное производство	4,5–5,0
Известь	2,0
Твердые бытовые отходы	3,0
Торф фрезерный	2,5–3,0
Различные промышленные отходы	2,5–3,5
Керамическое сырье	2,5–3,5
Целлюлоза и бумажная масса	2,0
Итого примерно 93,5–100 млн т в год	

О том, что это далеко не полный перечень перерабатываемых материалов, можно судить по тому, что в него не включены металлургические и литейные шлаки, мясопродукты, сухие строительные смеси, лакокрасочные, звуко- и теплоизоляционные материалы, древесина, химические продукты, широкий спектр техногенного сырья, продукты фармацевтики, ряд пищевых продуктов, порошковая металлургия, дорожное строительство и т. д.

Вышесказанное следует дополнить тем, что в ближайшие годы дезинтеграторные переделы будут увеличены за счет строительства новых цементных и силикатных заводов, освоения разработки месторождений железной руды, трепела, природного гипса, а также расширения объемов производства на действующих предприятиях. Прирост объемов переработки в текущей пятилетке составит не менее 30 млн т в год.

Важно отметить, что значительная часть из перечисленных материалов подвергается неоднократной переработке, например керамика, цемент, известь, зерно, пищевые продукты, калийная руда и др. Подобная стадийность увеличивает не только фронт работ, но и номенклатуру оборудования, производственные площади, складское хозяйство, системы транспорта, контроля и управления, инженерные коммуникации. Совершенно недостаточно у нас решены проблемы переработки негабаритов в карьерах, смерзшихся глыб, цементированных конгломератов.

**Затраты на проведение дезинтеграторных технологий.** Достаточно грубая их оценка позволяет остановиться на цифре 2 млрд кВт·ч в электроэнергии. Во-первых, это соответствует экспертным оценкам многих исследователей [14],

которые принимают для очень многих стран суммарный расход электроэнергии на цели измельчения 5 % от ее общего потребления. Для Беларуси это также корректно. У нас потребление электроэнергии 35 млрд кВт·ч. Уместно также сослаться на цифры 10 %, приводимые российскими авторами [13]. Во-вторых, по данным наших предприятий расходы киловатт-часов на тонну для наиболее многотонажных производств следующие:

Цемент	30,0–50,0
Вязущая часть силикатных материалов	21,0–22,0
Керамика	32,0–40,0
Известь	26,0–30,0
Зерно, мука	80,0–100,0
Комбикорм	12,0–15,0

Включение в эти издержки затрат на сопутствующие процессы, как-то смешивание, уплотнение, обезвоживание или увлажнение, гранулирование, классификация, изменение реологической структуры и другие только увеличивает энергопотребление, причем в ряде случаев очень значительно. Таким образом, предлагается итоговая цифра энергозатрат — 2 млрд кВт·ч [15].

Мы сознательно исключаем из рассмотрения на данном этапе тепловые составляющие процесса (пар, горячая вода, газ, мазут, горячий воздух). Этот вопрос должны решать специалисты теплотехнических дисциплин, хотя он и накладывается на механические процессы дезинтеграторных технологий.

**Совершенство технологий.** Этот пункт можно выделить только как весьма актуальный, но его оценка количественно лежит за пределами наших компетенций из-за чрезвычайного многообразия существующих технологий. В среднем по всей промышленности возможно на ближайшее 5–10 лет предположить сокращение издержек на 25–35 %, хотя по отдельным технологиям речь может идти о гораздо более значительном повышении эффективности, а потенциально — в разы. Собственно технологии в производственном процессе чрезвычайно консервативны и их развитие связано с серьезными финансовыми вложениями.

**Уровень оборудования.** Как это ни покажется странным, но именно в дезинтеграторных технологиях аппараты образуют стеновый хребет подавляющего большинства производств. Технолог, проектировщик и тем более менеджер лишены возможности выбора оптимального оборудования. Есть то, что есть. Хроническое отставание

аппаратуры связано с низким уровнем знаний в области механики разрушения твердых тел, а также отсутствием необходимого технологического опыта.

В составе технологического оборудования лидерами самого расточительного использования энергии являются шаровые мельницы. Эти машины за 150 лет своего существования практически не изменились, а их КПД не превышает 1 % [13]. Не на много превосходят их уровень и другие аппараты, задействованные в дезинтеграторных технологиях, — дробилки, мельницы, смесители, механоактиваторы и др. Очень слабо, а во многих случаях и вовсе не используется потенциал совмещения нескольких функций в одном аппарате — вариативность. Принцип действия технологических машин не учитывает физические и физико-химические эффекты, сопровождающие процессы переработки веществ, например эффекты Ребиндера, Иоффе, виброреологии и др. Это непомерно раздвигает технологические цепи транспорта, промежуточных бункеров, дозаторов, питателей, систем контроля и управления, инженерных сетей и т. д. Как результат — колоссальные и, по существу, неоправданные капитальные и эксплуатационные издержки. В итоге можно констатировать: технологическое машиностроение выпускает самую несовершенную в мире продукцию.

**Перспективы развития.** Точную оценку перспектив перевооружения дезинтеграторных технологий дать очень сложно. В данный момент важнейшей задачей будет определить реальную величину эффективности по тем или иным показателям.

Энергопотребление директивно следует уменьшать не меньше, чем в 2 раза. В итоге можно говорить о величине общей экономии электроэнергии в республике — 1 млрд кВт·ч. Достигнуть такого результата можно только при коренном перевооружении крупных производств, например цементных заводов, РУП «Белкалий», РУП «Доломит» и др.

Несомненный эффект принесет и снижение расхода мелющих тел и футеровки. По нашим оценкам их расход уменьшится на 30–40 тыс. т, что при стоимости 1 т 1000 дол. США даст экономию не менее 30 млн дол. США.

Дополнительно к этому будет обеспечено значительное снижение капитальных затрат на новое строительство или перевооружение, уменьшение эксплуатационных издержек всех видов, улучшение качества получаемых продуктов, ресурсосбережение и т. д.

Сейчас время отдельных агрегатов ушло в историю. Необходимо создавать эффективные технологические комплексы, соответствующие самым высоким мировым требованиям. В рассматриваемом сегменте оборудования мы находимся на хорошем уровне, неучтенный потенциал здесь [13, 17] таков, что при правильной его реализации можно завоевать лидерство в мире, что позволит оздоровить свои производства и организовать широкомасштабный экспорт принципиально новой продукции.

**Стоимость перевооружения.** В первом приближении можно принять, что стоимость перевооружения не превысит затрат традиционных вариантов при совокупном включении в ее состав также затрат на НИОКР, проектирование, испытание, поставку, монтаж и ввод в эксплуатацию. Сэкономить здесь возможно на стоимости новых образцов оборудования и компоновочных решениях новых комплексов.

**Научный и проектный потенциал.** По этой позиции ситуация самая сложная. Главная проблема здесь состоит не в отсутствии специалистов, а в их корпоративной разрозненности и разобщенности. Кадры есть и их следует объединить и подготовить к решению поставленных задач.

Общую оценку поставленной проблемы в данный момент могут дать работы докторов наук Груданова В.Я., Иванова А.В., Левданского Э.И., Левданского А.Э., Сиваченко Л.А., Шуляка В.А.

**Машиностроительная база.** По данному пункту ситуация наиболее благоприятная, что связано с хорошей машиностроительной базой в Беларуси. Здесь необходимо определить головное предприятие и организовать его работу по выпуску новой продукции. Другое дело, что через некоторое время после начала работы его функции будут расширены за счет проектирования дополнительного оборудования, систем управления, технологических исследований, наработки опытных партий продуктов, монтажа оборудования у потребителя, сервисного обслуживания и т. д. В мире уже накоплен достаточный опыт подобного рода и его целесообразно использовать у нас.

Проблема комплексной переработки сырья и материалов в нашей стране стоит очень остро и ее необходимо решать. Ее представлению широкой общественности и служат выполняемые работы [1, 15, 16].

Представляет огромный интерес оценка издержек на проведение дезинтеграторных технологий также в России и в мире в целом. Некоторые из показателей этих процессов приведены в табл. 1.

Анализ представленных данных показывает колоссальную востребованность работ, связанных с совершенствованием дезинтеграторных производств. Эта информация является стратегической в плане принятия решений на государственном уровне и последующей организации системы повышения эффективности действующих и новых производств, связанных с дезинтеграторными переделами.

Без лишних комментариев можно утверждать о чрезвычайной актуальности проблемы измельчения и необходимости ее решения путем создания новых технических систем прежде всего в крупнотоннажных производствах и для освоения выпуска новых дорогостоящих продуктов.

На примере Могилевской области, обладающей развитым промышленным потенциалом, попытаемся оценить структуру годовых энергозатрат по итогам статочетности. Эти данные представлены в табл. 2. Приведенные материалы позволяют сделать некоторые выводы. Главные из них следующие:

1. Доля затрат электроэнергии в общем ее балансе достоверно составляет 5,8–6,0 %.

2. Суммарные затраты электроэнергии предприятий машиностроения (заводы «Строммашина», «Трансмаш», Могилевский автомобильно-строительный завод им. Кирова, «Техноприбор», Могилевский лифтостроительный завод, «Зенит», «Электродвигатель», «Бобруйскагромаш», Бобруйский машиностроительный завод им. Ленина, Бобруйский завод тракторных деталей и агрегатов) составляют столько же, сколько и энергетические издержки на дезинтеграторные переделы.

3. Доля предприятий стройиндустрии в балансе дезинтеграторных затрат области составляет 60 %. Процессы измельчения на этих предприятиях производятся 20 агрегатами, в т. ч. 16 шаровыми мельницами, 2 аэрофолами и 2 молотковыми дробилками. Строительство двух цементных производств увеличит энергопотребление на дезинтеграторные переделы в области примерно в 1,8 раза, а их удельный вес по электроэнергии составит 10 %.

Здесь очевидной становится угроза энергетического коллапса для экономики региона, которая может стать экономически неустойчивой и энергозависимой.

Для большинства регионов России, например Белгородской области, структура энергозатрат такая же. Это вызывает необходимость пересмотра многих показателей нашего экономического развития и постановка вопроса технологического перевооружения дезинтеграторных переделов.

Таблица 1

Перечень основных показателей дезинтеграторных технологий

Показатели	Страна		
	Беларусь	Россия	Мировое производство
Объем переработки, млрд т в год	0,1	2,0	50–60
Энергозатраты на процесс, млрд кВт·ч	2	40	1200
Топливный эквивалент, млн т у. т.	0,7–0,8	1,4–1,6	350–400
Расход мелющих тел, млн т	0,07	1,5	25–30
Стоимость мелющих тел, млрд дол. США	0,06	1,5	25–30
Среднедушевое потребление энергии, кВт·ч в год	200	260–280	180

Таблица 2

Структура энергозатрат предприятий Могилевской области, 2008 г

Базовые предприятия	Электрическая энергия, тыс. кВт·ч	Котельно-печное топливо, т у. т.	Тепловая энергия, Гкал
«Химволокно»	421924*	78555	1043468
«Белшина»	247250*	165	625207
«Кричевцементношифер»	111961	210244	24014
«Белорусский цементный завод»	164752	182582	4471
Предприятия машиностроения	226778	33213	142847
Дезинтеграторные переделы	220000	150000	–
«Могилевский КСИ»	12564	8013	72998
Всего по области	3789500	2610700	7784230

\* — с учетом собственного производства электроэнергии.

Кроме прямых издержек, при проведении дезинтеграторных технологий приходится решать ряд важных организационных вопросов, связанных с проектированием технологических комплексов, их строительством и оснащением оборудованием. Для Беларуси здесь складывается ненормальная ситуация, состоящая в лоббировании определенными кругами интересов ряда зарубежных фирм по проектированию, строительству и поставке оборудования для производства цемента, силикатных изделий, нерудных материалов и др.

Представленная выше информация со всей очевидностью позволяет без лишних комментариев утверждать: общее состояние дезинтеграторных технологий в Беларуси, России, а также в мире в целом неблагоприятно по всем основным составляющим: оборудованию, технологиям, технологическим комплексам, кадровому составу, инвестициям, научным исследованиям и т. д.

### **ОПЫТ РАЗВИТИЯ ДЕЗИНТЕГРАТОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ**

Представляют значительный интерес механизмы создания материальной базы и управления организационной структурой дезинтеграторных переделов в СССР. Историю становления отечественного технологического машиностроения следует начинать со второй половины 20-х гг. XX в. В этот период одновременно с закупкой дробилок, мельниц и другого оборудования зарубежного производства велось строительство крупнейших машиностроительных заводов — «Уралмаш» (г. Свердловск), «НКМЗ» (г. Краматорск) и ряда других. Первые партии оборудования эти заводы производили путем копирования зарубежных образцов, а затем на основе собственных разработок, расширили номен-

клатуру и типоразмерный ряд. В последующие 2–3 десятилетия оборудование этих фирм уже в полной мере соответствовало мировому рынку и пользовалось большим спросом.

Военный период не способствовал развитию этого направления, но, начиная с 1946–48 гг. руководство страны и лично И. Сталин уделяли дезинтеграторным технологиям самое пристальное внимание. Так, в этот период был создан ВНИИ тонкого измельчения строительных материалов, который основное внимание уделял энергосбережению и получению новых материалов путем использования интенсивных механизмов обработки исходных компонентов, в т. ч. вибрационными, струйными, ударными способами, активно занимался внедрением ряда физико-химических эффектов и системного проектирования.

В этот период успешно функционируют или создаются научные и проектные организации: ВНИПИмеханобр, ВНИИстройдормаш, ВНИИнерудпром, ВНИИметмаш и др., активно работают научные школы крупных вузов, институты, Академия Наук. Промышленное производство дезинтеграторного оборудования осуществляют десятки заводов.

В стране в указанном направлении проводится большая работа и основным ее результатом является полное обеспечение промышленных предприятий технологическим оборудованием отечественного производства. Показателен здесь пример цементного производства, когда к началу 60-х гг. заводы отрасли полностью были переведены на отечественное оборудование за исключением некоторых агрегатов завода Э. Тельмана (ГДР). Правда, были и серьезные потери. В 1958 г. из-за ведомственных и партийных разборок был закрыт ВНИИ тонкого измельчения строительных материалов. Это, безусловно, ошибка, т. к. до сих пор целый ряд разработок этого НИИ превосходят мировой уровень.

Отечественное производство традиционно базировалось на серьезных научных исследованиях. Это была передовая в мире научная школа, ее определяли крупнейшие ученые: Ребиндер П.А., Таггарт А.Ф., Левенсон Б.Е., Ревнивцев В.И., Болдырев В.В., Андреев Е.С., Овчинников П.Ф., Хинт М.А., Седенко П.М., Акунов В.И. и др. Предприятия тесно сотрудничали с научными организациями, хорошо была поставлена подготовка кадров. Создавались различного рода творческие объединения, например механохимическая ассоциация, в ГКНТ действовали различные комиссии, в целом успешно велись работы в рамках СЭВ.

Накопленный научно-технический и производственный потенциал давал возможность стране сделать инновационный прорыв в дезинтеграторных стадиях производства, но общий застой в стране сдерживал эти возможности.

Лебединой песней советского периода можно считать Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 12 декабря 1985 г. № 1230 по созданию Межотраслевого научно-технического комплекса «Механобр», который должен был координировать все вопросы развития дезинтеграторных технологий, но было уже поздно. С развалом СССР и эта организация прекратила свое существование.

Последним отголоском ушедшей эпохи стало проведение в 1993 г. в Одессе Международной научно-технической конференции «Сравнение различных типов измельчителей». Несмотря на представительный очень сильный по составу участников научный форум, его результат оказался практически нулевым. Единой методики оценки не было сформулировано (в принципе и по определению это сделать было невозможно), организационные вопросы не имели и уже не могли для разрозненных экономик иметь механизмы решений. Ушла одна эпоха, на смену ей пришел нынешний хаос.

В сложившейся ситуации первой начала разваливаться научная сфера, следом пошел резкий спад производства машиностроения, далее снижение объемов производства другими предприятиями. На наши рынки хлынула продукция зарубежных фирм, более дорогая, но не всегда качественная. За последний период мы не только сильно отстали, но, по сути, разрушили свое технологическое машиностроение. В России сложился дикий капитализм, в Беларуси всеильное чиновничество взяло управление на себя. Для всех нас складывается ненормальная ситуация, состоящая в лоббировании определенными кругами интересов ряда зарубежных фирм по проектированию, строительству и поставке оборудования для производства цемента, силикатных изделий, нерудных материалов и др.

Вызывает целый ряд вопросов строительства китайской стороной в Беларуси трех цементных заводов (Кричев, Костюковичи, Волковыск). Во-первых, это скоропалительный переход на сухой способ производства для сырья с повышенной влажностью, во-вторых, отказ от приоритетного выполнения большинства работ своими силами, в-третьих, недостаточный уровень технологической эффективности новых производств. Здравый

смысл показывает, что эти три завода можно построить по цене двух только за счет разумных организационных мероприятий.

Близкая обстановка сложилась также и в России. Результатом подобных действий властей является полная изоляция отечественных специалистов и организаций от выполнения перспективных проектов, что противоречит нашим национальным интересам.

Параллельно с нашим отставанием передовые страны проводили технологическую интервенцию своей продукции на наши рынки. Они заметно упрочили свои позиции прежде всего в создании неразрозненных агрегатов, а в производстве технологических комплексов, подвязки под них кредитов, лизинга и т. д. С точки зрения кардинального повышения эффективности работы базового оборудования сколь-нибудь значимых результатов в мире пока не получено, и здесь принципиальных различий между нашей и западной продукцией нет. Причины, объясняющие эти факты, изложены выше.

Для выработки соответствующих выводов и предложений необходимо сделать обобщение представленной информации. В тезисной форме это может иметь следующий вид.

1. Дезинтеграторные технологии в СССР базировались на передовых научных представлениях и соответствовали мировому уровню.

2. Научные центры и предприятия-изготовители были рассредоточены по всей территории и не имели единого координационного центра. В стране отсутствовал механизм оценки различных технологий и аппаратов, не проводились их межведомственные испытания, в проектах технологий смежные переделы не учитывались, существовала ярко выраженная разобщенность.

3. Показательны примеры нашего мирового лидерства в тех направлениях, где этому уделялось внимание государства. Например, это конусно-инерционные дробилки, струйный способ измельчения, механическая активация строительных смесей.

4. К настоящему времени изменились условия реализации научно-технических разработок,

в частности САПР, появилось компьютерное моделирование, улучшилась исследовательская и приборная база и т. д. Соединение этого потенциала с несомненным творческим энтузиазмом наших специалистов — залог технологического прорыва.

5. Правильное использование административного ресурса открывает перед нашей технологической промышленностью возможность быстрого инновационного развития.

6. В Советском Союзе значимость дезинтеграторных технологий для экономики страны оценивалась правильно, но их влияние на смежные отрасли практически не учитывалось, что ограничивало целостную оценку проблемы.

7. Перевооружение дезинтеграторных переделов путем внедрения современных высокоэффективных технологий и оборудования является важной государственной задачей и требует незамедлительного решения. Опыт СССР является тому подтверждением.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Приведенная выше информация со всей очевидностью показывает, что основным резервом развития нашей экономики является машиностроение. И особую роль здесь может сыграть прежде всего новая его отрасль — технологическое машиностроение, которое, по мнению автора, способно решить нижеследующие задачи.

1. Максимально уменьшить импортную зависимость путем структурной перестановки отрасли.

2. Создать эффективную систему реализации технических проблем энерго- и ресурсосбережения.

3. Создать принципиально новую продукцию, освоить ее выпуск и завоевать устойчивые позиции на торговых рынках.

4. Освоить у себя полный цикл проектирования и создать интеллектуальную среду, а на этой основе обеспечить весь спектр научных исследований и услуг.

Механизмы и пути развития технологического машиностроения в Беларуси автором будут рассмотрены дополнительно и представлены в следующей статье.

### **Литература**

1. Основные положения Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг.
2. Сиваченко, Л.А. Современное технологическое машиностроение: основные положения / Л.А. Сиваченко // Инженер-механик. — 2010. — № 4. — С. 10–20.
3. Мясникович, М.В. Концептуальные направления обеспечения экономической безопасности и инновационного экономического роста Республики Беларусь на среднесрочную перспективу / М.В. Мясникович // Белорусский экономический журнал. — Минск, 2010. — № 3. — С. 4–15.

4. Статистический ежегодник Республики Беларусь. — 2009. — Минск, 2010. — 582 с.
5. Мойсейчик, Г.И. Об основных направлениях реформы системы интеллектуальной собственности в Беларуси / Г.И. Мойсейчик // Белорусский экономический журнал. — 2010. — № 3. — С. 94–108.
6. Мясникович, М.В. О концептуальных направлениях обеспечения инновационного экономического роста РБ в краткосрочном периоде / М.В. Мясникович // Экономический бюллетень НИЭИ. — 2010. — № 12. — С. 43–48.
7. Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / под ред. Б.З. Мильнера. — М.: ИНФА, 2010. — 624 с.
8. Белоусов, С.В. ВПК Израиля: роли экспорта вооружений / С.В. Белоусов // Мировая экономика и международные отношения. — 2010. — № 2. — С. 57–63.
9. Богдан, Н.И. Сектор высоких технологий: методические вопросы определения и перспективы развития / Н.И. Богдан // Белорусский экономический журнал. — 2010. — № 3. — С. 78–93.
10. Иноземцев, В.Л. Модернизация России в контексте глобализации / В.Л. Иноземцев // Мировая экономика и международные отношения. — М.: Наука, 2010. — № 3. — С. 105–117.
11. Аношко, Я.И. Минерально-сырьевые ресурсы в народнохозяйственном комплексе Республики Беларусь / Я.И. Аношко, А.В. Унукович, В.В. Варакса // Белорусский экономический журнал. — 2010. — № 4. — С. 133–142.
12. Сиваченко, Л.А. Механизм экономии топливно-энергетических ресурсов в строительной промышленности / Л.А. Сиваченко, Т.В. Романькова // Механики XXI века: матер. V межрегиональной науч. техн. конф. / БрГУ. — Братск, 2006. — С. 134–137.
13. Селективное разрушение минералов / В.И. Ревнивцев [и др.]. — М.: Недра, 1988. — 286 с.
14. Хайнике, Г. Трибохимия / Г. Хайнике. — М.: Мир, 1987. — 587 с.
15. Дезинтеграторные технологии, их техническая обеспеченность и перспективы развития / Л.А. Сиваченко [и др.] // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов: межвуз. сб. статей / БГТУ. — Белгород, 2009. — С. 228–233.
16. Технологические аппараты адаптивного действия / Л.А. Сиваченко [и др.]. — Минск: Изд.Центр БГУ, 2008. — 375 с.
17. Вайтехович, П.Е. Интенсификация и моделирование процессов диспергирования в поле инерционных сил / П.Е. Вайтехович. — Минск: БГТУ, 2008. — 220 с.

# КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД СВЯЗИ ПРОЕКТОВ MICROSOFT VISUAL STUDIO C++ И СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ MATLAB

УДК 681.3.064

А.Н. Пальцев, В.В. Лукьянов

*В статье рассматривается алгоритм связи программного пакета математического моделирования Matlab и среды разработки Microsoft Visual Studio C++, что позволяет значительно расширить функциональные возможности обеих программных продуктов для моделирования полетов беспилотных летательных аппаратов.*

Система Matlab является одной из наиболее мощных универсальных систем компьютерной математики. Одной из основных задач системы является предоставление пользователям мощного языка программирования высокого уровня, ориентированного на математические расчеты и способного превзойти возможности традиционных языков программирования для реализации численных методов и моделирования различного рода процессов. Помимо своего языка (*m*-язык) и среды программирования, на сегодняшний день Matlab имеет также большое количество дополнительных инструментальных средств и модулей для решения научных, инженерных и промышленных задач, а именно Control System Toolbox, Aerospace Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Optimization Tool Box и т. д.

Область применения Matlab могла бы быть еще шире, если бы данный инструмент был совместим с другими программными средами, например Microsoft Visual Studio C++ (MVSC++), а программы на MVSC++ могли бы использоваться совместно с Matlab для сбора данных, управления процессами и выполнения математических расчетов различной сложности.

Имеется несколько способов связывания и обработки данных среды Matlab и компиляторов C++, C#, Java.

1. Пакет Matlab содержит реализованную библиотеку Matlab C/C++ Math Library, которую можно подключить к проектам MVSC++ и

Borland C++ Builder, это позволяет использовать обширный набор математических функций библиотеки Matlab в проектах MVSC++ и Borland C++ Builder [1].

2. Имеется возможность подключения кода, созданного в MVSC++ к проектам Matlab. Эту связь можно осуществить при помощи библиотек DLL, создаваемых в среде MVSC++. Проекты Matlab могут обращаться к коду, реализованному в DLL как к своим *m*-функциям (*m*-файлам).

Программы, написанные на *m*-языке Matlab, работают только в среде Matlab, однако в этой системе предусмотрены возможности создания приложений на других языках программирования, которые используют процедуры, написанные на *m*-языке Matlab.

3. В среде Matlab можно создать библиотеки DLL с реализацией функционала расчетов под какой-либо язык программирования C++, C#, Java. Это можно выполнить в среде Matlab, открыв новый проект как Deployment Project, где в выпадающем списке Target выбирается требуемый язык программирования. Также можно воспользоваться встроенным компилятором Matlab «Matlab Compiler».

Компилятор Matlab «Matlab Compiler» позволяет из *m*-функций (*m*-файлов) создавать автономные приложения — файл .exe (файл не зависит от библиотеки Matlab), исходные файлы C или C++, DLL библиотеки совместного использования.

4. Связь MVSC++ и среды Matlab можно осуществить вызовом из программы MVSC++ неза-

висимого приложения файла .exe, скомпилированного при помощи «Matlab Compiler». В среде Matlab реализуются необходимые вычисления и (или) выполняется построение графиков, при этом сам проект может состоять из одного или нескольких *m*-файлов. В одном из *m*-файлов необходимо реализовать открытие файла .txt на чтение, например `f = fopen('C:\data\mdata.txt', 'r')`. Этот файл должен содержать численные данные, которые будут использоваться при расчетах средствами Matlab. В программе на MVSC++, перед вызовом исполняемого файла Matlab .exe при помощи функции `CreateProcess()` в вышеуказанный файл `mdata.txt` должны быть сохранены передаваемые данные [2].

5. Для встраивания функций Matlab в программную среду MVSC++ можно воспользоваться утилитой `Matlab Add-In for Visual Studio` (данный функционал используется в Visual C++ 6.0) [2].

6. Передачу данных в Matlab из MVSC++ также можно осуществить посредством интерфейса `Component Object Model (COM)` функциями библиотеки «Matlab Engine». При этом подходе связи, данные передаются в «Workspace» среды Matlab, которые могут использоваться как проектами реализованными в *m*-файлах, так и моделями Simulink.

Однако когда разрабатывается приложение, где пользовательский интерфейс реализуется в MVSC++, а моделирование процессов осуществляется в Matlab Simulink и необходимо постоянно отображать промежуточные результаты расчета модели, перечисленные методы связи не обеспечивают обмена данными должным образом.

Поэтому предлагается передачу данных в Matlab Simulink из MVSC++ осуществлять функциями библиотеки «Matlab Engine», а получение рассчитанных моделью Simulink данных проектом MVSC++ при помощи интерфейса UDP.

Для подключения «Matlab Engine» в заголовочный файл проекта MVSC++ необходимо включить «`#include <engine.h>`», также в директорию проекта необходимо поместить соответствующие библиотеки DLL среды Matlab. Функцией `Engine * m_engine = engOpen(NULL)` берется указатель на класс Engine. Для передачи данных в Matlab в проекте MVSC++ объявляются указатели на тип `mxArray *`, их число зависит от необходимого количества передаваемых данных (параметров). При помощи функции `memcpy (mxGetPr(m_mx_Out), & out_dbl, sizeof(double))` указатель `m_mx_Out` на тип `mxArray` инициализируется значением переменной `out_dbl`, имеющей тип `double` или `int`.

Если передаваемой величиной является не переменная, а массив значений, то используется функция `m_mx_Out_Arr = mxCreateDoubleMatrix (1, 100, mxREAL)`, которая создает и возвращает указатель на тип `mxArray`, где `m_mx_Out_Arr` — указатель на тип `mxArray`, первый параметр — 1 — число строк, второй параметр — 100 — число столбцов, третий параметр — флаг библиотеки «Matlab Engine» — `mxCOMPLEX` для комплексных (мнимых) чисел, `mxREAL` для вещественных (действительных). Затем функцией `memcpy (mxGetPr ( m_mx_Out_Arr ), &out_dbl_Arr,sizeof(out_dbl_Arr)),m_mx_Out_Arr` инициализируется значениями, содержащимися в массиве `out_dbl_Arr`, имеющий тип `double` или `int`.

Функция `engPutVariable(m_engine, "name_var", var)` пересылает значение `var` в «Workspace» среды Matlab, т. е. в «Workspace» будет создана переменная с именем «`name_var`», которая инициализирована значением `var`, где `var` — это либо `m_mx_Out_Arr`, либо `m_mx_Out`.

Далее функцией `engEvalString(m_engine, "m_comand")` в среду Matlab посылаются команды на выполнение каких-либо действий при помощи строки «`m_comand`». В частности при вызове `engEvalString(m_engine, "m_start")` и `engEvalString(m_engine, "workspace")` будет запущен «Command Window» и «Workspace» среды Matlab.

В «Command Window» среды Matlab необходимо запустить проект симуляции рассчитываемого процесса, который помимо выполнения расчетов должен посылать промежуточные результаты через «блок» передачи данных по интерфейсу UDP.

После вызова вышеуказанных функций для получения данных из среды Matlab проектом MVSC++, проект MVSC++ переводится в режим опроса «`socket`» (программного интерфейса для обеспечения обмена данными между процессами) посредством цикла. Для этого в заголовочный файл проекта MVSC++ необходимо подключить «`#include <winsock.h>`» и создать сокеты, их количество зависит от количества переменных передаваемых из среды Matlab в проект MVSC++.

Создание сокета:

1. Функция `WSAStartup(0x0101, &WSData)` инициализирует библиотеку `Ws2_32.dll`, где первый параметр — `wVersionRequested` — максимальная версия Windows Socket, которую может использовать вызывающая программа. Старший байт содержит младшую часть номера версии, младший байт содержит старшую часть номера

версии, второй параметр — `lpWSAData`, указатель на структуру `WSADATA`, которая в результате выполнения функции будет содержать детали реализации `Windows Sockets`.

2. Функция `SOCKET socketML = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0)` создает сокет, где первый параметр — протокол передачи данных, `AF_INET` — интернет протоколы `TCP`, `UDP` и т. д., второй параметр — тип спецификации для нового сокета — `SOCK_DGRAM` — передача данных по протоколу `UDP`, третий параметр — номер протокола.

3. Создается и инициализируется объект на структуру `sockaddr_in SA`, `SA.sin_family = AF_INET` — семейство протоколов, для интернет — протокола используется константа `AF_INET`;

`SA.sin_port = htons(port_num)` — номер порта, необходимо начинать с 9080; `SA.sin_addr.S_un.S_addr = INADDR_ANY` — структура, хранящая IP;

4. Функция привязки сокета `bind(socketML, (sockaddr*)&SA, sizeof(SA))`;

Затем в цикле сокет устанавливается в режим получения данных при помощи функции `recv(socketML, result_ch, sizeof(result_ch), 0)`, где `socketML` — определенный ранее сокет, `result_ch` — массив типа `char` (строка), в который (ко-тую) заносятся данные, полученные из сокета.

В результате после получения данных из проекта `MVSC++` и запуска `Matlab` модели проект `MVSC++` будет получать результаты расчета и интерпретировать их необходимым образом.

По завершению (закрытию) проекта `MVSC++` необходимо закрыть сокет функцией `closesocket(socketML)`, `m_engine` функцией `engClose(m_engine)` и `m_mx_Out` или `m_mx_Out_Arr`, `mxDestroyArray(m_mx_Out)`, `mxDestroyArray(m_mx_Out_Arr)`.

При помощи вышеописанного способа связи `MVSC++` и `Matlab` был реализован проект по моделированию процесса полета Беспилотного летательного аппарата (БЛА) по заранее заданной траектории. В проекте `MVSC++` задаются координаты поворотных точек траектории полета (рис. 1).

При запуске процесса моделирования из проекта `MVSC++` открывается рабочая область «Workspace» среды `Matlab`, куда передаются два массива с координатами установленных реперных точек намеченной траектории полета БЛА — `latitude` и `longitude` (отмечены красным кружком) и командное окно «Command Window» среды `Matlab`, в которой командой `sim Stanv_v_0_6` (отмечен красным кружком) запускается проект моделирования полета БЛА (рис. 2).

При этом на карте проекта `MVSC++` будет отрисовываться траектория полета БЛА, смоделированная проектом `Matlab Simulink` (рис. 3).

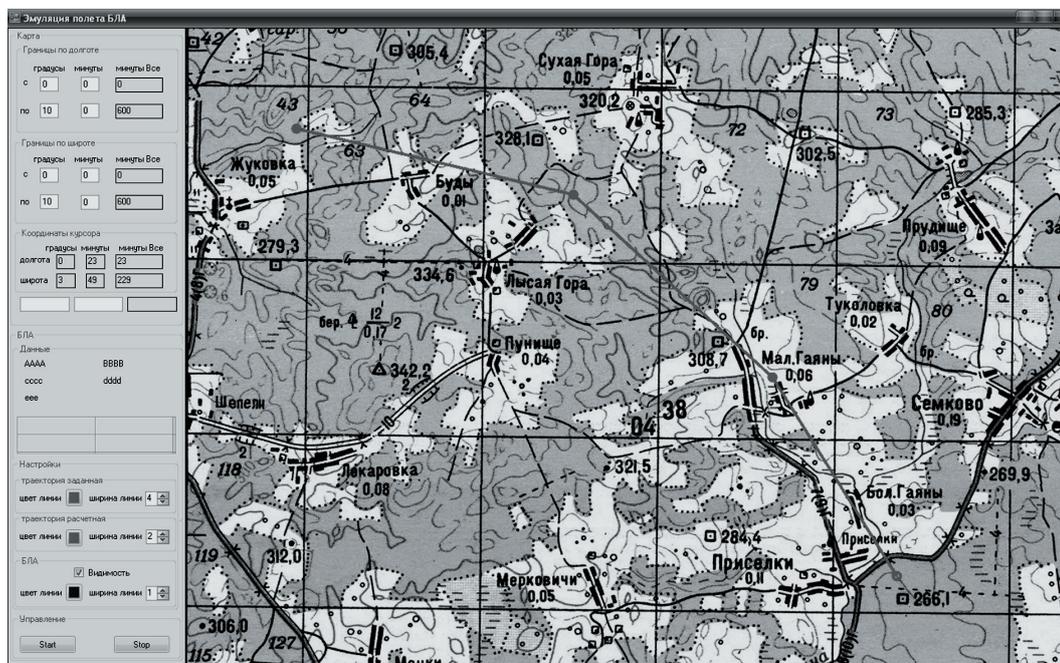


Рис. 1. Заданная траектория полета БЛА



УДК 620.186; 620.17

## ОСНОВНЫЕ ПУТИ И НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СКОРОСТНОГО ТЕРМОУПРОЧНЕНИЯ СТАЛЕЙ

С.А. Астанчик, С.П. Ошкадеров

*Важнейшим требованием, предъявляемым к конструкционным материалам массового применения, является их надежность в изделии, что обеспечивается оптимизацией свойств их прочности и пластичности, а также экономичность и экологическая чистота технологических процессов их обработки. Решить эту задачу в рамках единого комплекса организационно-технических мероприятий можно лишь на основании глубокого научного исследования внутренней природы металла, закономерностей формирования его структуры при всех технологических операциях его производства и связи этой структуры со свойствами готового изделия.*

*An important requirement applied to construction materials of mass use is their reliability in a product, provided by optimization of their strength and plasticity properties, and economy and ecological cleanness of their treatment technological processes. The solution of this problem within the framework of the single complex of the organizational and technical activities is possible only on the basis of a deep scientific research of internal nature of metal, principles of the metal-structure formation during all technological operations of metal fabrication and connection of this structure with properties of the finished product.*

### ВВЕДЕНИЕ

Скоростная электротермическая обработка сталей и сплавов (СЭТО) существенно образом расширила представления о возможностях повышения служебных характеристик металлов посредством создания заданных структурно-фазовых комплексов, которые наиболее полно удовлетворяют требованиям теории конструкционной прочности. С ее помощью можно заметно повысить уровень физико-механических свойств, превышающий получаемый при использовании традиционных методов обработки. СЭТО является эффективным средством управления свойствами сталей с исходной равновесной структурой, формирующейся при нестационарных условиях нагрева. Еще более действенной она оказывается, если операции СЭТО проводятся с металлом в метастабильных, далеких от равновесия, состояниях.

Наиболее эффективное воздействие оказывает СЭТО при обработке сталей с исходными неравновесными состояниями, получаемыми, на-

пример, за счет деформации или посредством закалки. Здесь целесообразно выделить те направления исследований, которые позволяют глубже понять природу процессов структурообразования и обосновать выбор схем новых технологий обработки.

Дальнейшее развитие работ по другим направлениям, которые не охватывают в данной работе полностью проблематику СЭТО как в теоретическом, так и прикладном значении, преследует цель получить новые стимулы для совершенствования технологий СЭТО и создания нового технологического оборудования, повышения общей культуры термообработки производства в целом.

### СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Фазовые и структурные превращения в сталях и сплавах характеризуются многостадийностью с разными временами релаксации каждой из стадий. Управление кинетикой их протекания позволяет получить промежуточные неравновесные состояния с комплексом физико-механических свойств, который не может быть достигнут при

использовании традиционных методов термического упрочнения. Изучены кристаллоструктурный и концентрационный аспекты механизма и кинетика фазовых превращений в условиях нестационарного теплового воздействия с учетом качества и уровня легирования металла, исходной структуры и условий нагрева. Определены задачи в области исследования структурной генетики с выявлением факторов, определяющих структурную наследственность при различных механизмах фазовых превращений при эпитаксиальном росте новой фазы и фазовых превращениях, осложненных распадом метастабильных фаз в процессе нагрева.

Закономерности изменения структурного и концентрационного состояния матричного металла и гетерогенизирующих его фаз, их морфологии и дисперсности в результате воздействия различных внешних факторов (деформация, температура и скорость нагрева, исходная структура), уровень и качество легирования (класс стали, тип твердого раствора, характер второй фазы и т. д.) были использованы для создания новых высокоэффективных технологий и оборудования для изготовления деталей и узлов изделий в машиностроительной промышленности, металлургии и при выпуске изделий специального назначения.

Важнейшим требованием, предъявляемым к конструкционным материалам массового применения, является их надежность в изделии, что обеспечивается оптимизацией свойств их прочности и пластичности, а также экономичность и экологическая чистота технологических процессов их обработки. Решить эту задачу в рамках единого комплекса организационно-технических мероприятий можно лишь на основании глубокого научного исследования внутренней природы металла, закономерностей формирования его структуры при всех технологических операциях его производства и связи этой структуры со свойствами готового изделия.

На основе исследования физической природы явлений, происходящих при нагреве в диапазоне скоростей  $10^1$ – $10^5$  град/с, были выявлены основные факторы, обуславливающие высокую конструкционную и эксплуатационную прочность и технологическую пластичность металлических материалов, и определены пути реализации этих свойств при специальных видах термообработки. Все это позволило пересмотреть многие устоявшиеся положения классического металловедения

и показать, что традиционные методы формирования структуры, использующие условия близкие к равновесным, в большинстве своем являются не лучшими, т. к. не позволяют достигать предельных значений свойств, определяемых уровнем и качеством легирования сталей. Общие закономерности и механизмы фазовых и структурных превращений в многофазных материалах при скоростном (индукционном, контактном, лазерном и других видах) нагреве позволили решить практические задачи упрочняющей и разупрочняющей термообработки полуфабрикатов и изделий, повысить конструкционную прочность на 15–30 %, жаропрочность и технологическую пластичность в 1,5–2,0 раза, увеличить надежность ряда ответственных изделий.

Показано, что путем целенаправленного воздействия на структурный комплекс можно получить такие характеристики прочности и пластичности, достичь которые при использовании традиционных методов удастся путем использования высоколегированных сталей, в частности, мартенситостареющих, как это наблюдается в зарубежной, например, в американской технологии.

Попыткам широкого применения этих сталей для изготовления деталей авиационной техники препятствуют трудности, связанные с проблемой преодоления сильной склонности сталей данного класса к ликвации, сложность металлургической технологии их выплавки, препятствующие получению крупных поковок. К этим трудностям следует добавить чрезвычайно высокую стоимость этих сталей, содержащих много остродефицитных легирующих элементов (никеля, кобальта и др.).

Вместе с тем соединение теории скоростной термической обработки с практикой термоупрочнения сложных изделий из хорошо освоенных отечественной промышленностью сталей позволило создать новое прогрессивное направление в технологии и решить проблему выпуска ряда изделий с требуемой надежностью и ресурсом. Вместе с тем естественно была выдвинута задача создания новых экономнолегированных конструкционных сталей, специально предназначенных для реализации новых технологических схем СЭТО.

По существу, речь идет о работах, которые стимулировали подобные широкие исследования в нашей стране и за рубежом и оказали решающее влияние на развитие технологической культуры в области упрочнения сталей и сплавов во многих

отраслях машиностроения. К настоящему времени на предприятиях разных отраслей созданы и действуют технологии и оборудование, обеспечивающие технический и экономический эффект, который не может быть получен при использовании традиционных технологий. Достигается это путем целенаправленного управления метастабильными фазовыми и структурными превращениями в сталях и сплавах, которые явились тем ключевым звеном, овладев которым удалось создать комплекс прогрессивных технологических процессов в ряде отраслей промышленности, производящих в массовых количествах изделия общего и специального назначения, для которых эксплуатационная надежность является требованием первоочередной важности.

Их научной базой явились работы в области металлофизики, охватывающие метастабильные явления в металлах и сплавах при быстром нагреве. Физическая сущность такого положения обусловлена тем принципиальным обстоятельством, что по своей природе высокопрочные состояния в металлах являются в термодинамическом отношении неустойчивыми, метастабильными и формируются такие состояния путем последовательных метастабильных твердофазных и структурных превращений, в которых фактор контролируемой диффузией кинетики играет решающую роль. Познание природы и закономерностей этих внутренних превращений, происходящих как при нагреве, так и при охлаждении сплавов, раскрытие принципиально важной роли скорости процесса в этих явлениях явились необходимой предпосылкой разработки прогрессивных схем их термической обработки, позволивших в максимальной степени реализовать внутренние резервы служебных свойств, заложенные в структуре металла. Таким образом, физика метастабильных явлений явилась научной базой наиболее прогрессивных видов современной технологии термической обработки, обеспечивших практическое решение важнейших заданий по выпуску ответственных изделий современной техники и давших большой народнохозяйственный эффект.

Ниже изложены некоторые итоги работ по развитию научных основ получения высокопрочных структурных состояний в сталях и сплавах и приведен ряд примеров практического воплощения этих научных идей в виде прогрессивных технологических процессов упрочнения сталей и

сплавов, обеспечивших серийный выпуск высокопрочных изделий авиационной техники, машиностроения и металлургического производства.

## I. СОЗДАНИЕ НОВЫХ ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Применение материала с высокой прочностью для конструирования деталей и узлов с одновременным обеспечением их высокой надежности при работе в условиях сложнапряженного состояния является эффективным путем снижения массы конструкции при заметном повышении технических характеристик изделий. Опыт отечественной и зарубежной науки и техники показывает, что повышение прочностных характеристик материала до определенного уровня сопряжено со значительным повышением чувствительности материала к хрупкому разрушению в условиях сложнапряженного состояния. Если в условиях одноосного растяжения на современных конструкционных сталях за счет легирования и упрочнения удается обеспечить предел текучести более 300 кгс/мм<sup>2</sup>, то при переходе к сложнапряженному состоянию (двух- или трехосному) у стали наблюдается склонность к хрупкому, как правило, преждевременному разрушению уже при уровне прочности  $\sigma_B = 150\text{--}170$  кгс/мм<sup>2</sup>.

На основе большого экспериментального материала по упрочнению изделий из высокопрочных сталей с использованием традиционных методов термообработки (нагрев в шахтных агрегатах или шахтных электропечах) и альтернативной скоростной электротермической обработки были сделаны нижеследующие выводы.

1. Увеличение конструкционной прочности имеет место лишь до определенного уровня, выше которого зона ее рассеивания заметно расширяется до таких пределов, что нижние значения конструкционной прочности оказываются меньше значений предела прочности материала, определенного при одноосном растяжении.

2. Упрочнение скоростной электротермической обработкой позволяет обеспечить более высокие значения конструкционной прочности по сравнению со стандартной термообработкой. При этом зона стабильных значений конструкционной прочности оболочек достигает более высокого уровня. Изучение влияния способов упрочнения на конструкционную прочность подтвердило определяющее значение структурных

факторов в обеспечении стабильных и высоких значений конструкционной прочности.

Поэтому решение проблемы повышения конструкционной прочности в ее технологическом плане было сделано с упором на совершенствовании технологии термообработки деталей, создании новых высокоэффективных сталей и методов их упрочнения.

С учетом этих предпосылок, методология создания новых высокопрочных сталей основывалась на следующих основных требованиях:

- возможность получения мелкодисперсной структуры, гетерогенизированной высокодисперсной упрочняющей фазой;
- возможность достижения заданного концентрационного состояния аустенита в условиях непрерывного нагрева со скоростями 10–200 град/с;
- хорошие технологические свойства при формообразовании;
- высокая прочность при малой чувствительности к концентраторам напряжений;
- работоспособность при температурах 200–450 °С;
- невысокая себестоимость.

Изготовление стали методами прямого восстановления, выплавка в вакуумно-индукционных печах с продувкой расплава аргоном с последующим переплавом в вакуумно-дуговых печах, электрошлаковым переплавом и явились эффективным средством не только для получения природной мелкозернистой стали, весьма чистой по содержанию вредных примесей. Такие усилия при изготовлении стали для СЭТО полностью себя оправдали.

Вышеперечисленным требованиям к структуре удовлетворяют созданные ВИАМ совместно с НИАТ высокопрочные конструкционные стали мартенситного класса, которые позволяют обеспечить высокие и стабильные значения конструкционной прочности.

Эти стали обладают мелкозернистой и мелкодисперсной структурой уже в исходном состоянии. К тому же они весьма технологичны: хорошо подвергаются холодному и горячему деформированию, обеспечивают высокие свойства сварного соединения, обладают хорошей закаливаемостью (отсутствие промежуточных продуктов распада, высокая прокаливаемость и т. д.) при охлаждении в процессе закалки в масле и на воздухе, что немаловажно при упрочнении изделий по технологическим схемам скоростной электротермиче-

ской обработки. Содержание углерода в этих сталях лежит в пределах от 0,32 до 0,42 %.

Таким образом, на основе теоретических разработок в области метастабильных превращений в сталях с использованием целенаправленного комплексного легирования и совершенствования технологии выплавки были созданы новые экономнолегированные высокопрочные стали, применение которых позволило получить конструкционную прочность изделий, упрочняемых с использованием методов скоростного нагрева на уровне  $\sigma_B^K \geq 220$  кг/мм<sup>2</sup>.

## II. ПРИМЕРЫ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ШИРОКО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В настоящее время широкое применение нашли следующие прогрессивные технологии:

- поверхностная и объемная закалка с использованием скоростного нагрева (ТВЧ, электроконтактный, электроннолучевой, плазменный и др.);
- скоростной отпуск и скоростное старение закаленных сталей и сплавов, скоростной отжиг деформированных металлов;
- локальный скоростной отжиг сварных соединений различных конструкций из сталей и сплавов широкого сортамента;
- термофиксация и термоправка деталей и конструкций, совмещенная со скоростным отжигом;
- предварительная термомеханическая обработка с применением скоростных нагревов на операциях после деформационного отжига и закалки;
- термообработка проката, совмещенная с пластической деформацией и последующей закалкой;
- скоростная термообработка профиля и др.

Все эти процессы объединяет между собой и одновременно отличает от традиционных процессов с применением медленных печных нагревов то, что они обеспечивают создание равномерной по объему высококачественной структуры и субструктуры, отличающейся мелкодисперсностью, дисперсностью вторичных составляющих, метастабильностью отдельных фаз, удовлетворяя требованиям, предъявляемым к структурному комплексу теорией прочности. Это служит гарантией получения оптимального уровня физико-механических характеристик, обуславливает повышенный ресурс и надежность конструкций.

Эффективность вышеперечисленных техпроцессов постоянно растет за счет применения усовершенствованных методов и способов обработки. Только в авиационной и машиностроительной промышленности обработке по вышеперечисленным техпроцессам подвергается разнообразнейшая и широкая номенклатура деталей и конструкций:

- втулки, шестерни, разнообразные валы, обоймы и др.;
- крупногабаритные детали, в т. ч. прокатные валы, и детали экскаваторов;
- различного рода тонкостенные цилиндры, шар-баллоны, работающие под высоким давлением и изготовленные из различных материалов;
- крупногабаритные детали летательных аппаратов, например лонжероны лопасти вертолета;
- прокат черных металлов, в т. ч. автолист и трансформаторная сталь;
- широкая номенклатура деталей спецназначения и др.

Скоростной термической обработке подвергаются стали мартенситного, аустенитного и переходного классов, доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные стали, титановые ( $\alpha + \beta$ ), никелевые и ниобиевые жаропрочные и пружинные сплавы, бронзы и латуни и др.

Эффективность новых техпроцессов, созданных на основе СЭТО, по сравнению с традиционными термическими процессами с медленным нагревом в электропечах характеризуется следующими технико-экономическими показателями:

- обеспечивается качественная структура и субструктура металла, высокие физико-механические характеристики и конструкционная прочность, существенно повышающие ресурс и надежность машин и механизмов;
- достигается высокая степень механизации и автоматизации за счет применения автоматических систем управления технологическим процессом: АСУТП и робототехнических комплексов с широким использованием систем автоматического проектирования при создании техпроцессов;
- обеспечивается почти десятикратное повышение производительности труда при одновременном повышении его культуры;
- расход электроэнергии уменьшается более чем в 20 раз;
- решаются проблемы защиты окружающей среды.

### III. НЕКОТОРЫЕ ВНЕДРЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СЭТО

Новые технологические процессы с использованием скоростной электротермической обработки широко внедрены практически во всех отраслях народного хозяйства. Только на предприятиях Минавиапрома СССР было создано 30 участков для скоростной термообработки. В качестве примера достаточно привести разработку и внедрение технологии СЭТО изделий из высокопрочной стали в г. Екатеринбурге и лонжеронов на Ростовском вертолетном ПО. Новые технологии позволили значительно увеличить ресурс изделий, повысить производительность труда в 7–10 раз, автоматизировать основные операции термообработки, создать высокомеханизированные и автоматизированные цехи и участки термообработки, резко повысить культуру производства. Была решена проблема скоростного отжига особотонкостенных труб и листовых полуфабрикатов из нержавеющей специальных сплавов, сталей и цветных сплавов на медной основе толщиной в пределах от десятых долей миллиметра до десятков микрон. На предприятиях такого рода производства предъявляются очень высокие требования к структуре. Была разработана технология скоростного отжига, обеспечивающую получение мельчайшего регламентированного зерна размером от 5 до 10 микрон, т. е. почти на порядок меньше в сравнении с обычным отжигом. Такая задача не могла быть решена обычными приемами. Сложной задачей в таких случаях является и защита поверхности при нагреве.

Были разработаны и внедрены технология и автоматическое оборудование для скоростной закалки, отжига и старения, позволивших внедрить высокопроизводительные технологии закалки и термофиксации полуфабрикатов и изделий в производстве сильфонов и упругих чувствительных элементов на Саранском приборостроительном заводе и Смоленском опытном заводе «НИИ Теплоприбор», Тульском спецпредприятии. Эти технологии позволили получить миллионы сильфонов высокого качества с циклической прочностью, увеличенной в 2 раза, ликвидировать брак при формовке, исключить операции промежуточного травления, автоматизировать процесс термообработки. На технологию скоростного отжига и автоматическую установку для термообработки сильфонов получены патенты США,

Японии и Франции. На Новолипецком металлургическом комбинате внедрена технология производства трансформаторной стали с использованием скоростного нагрева, который обеспечил высокую скорость рекристаллизации и высокую степень обезуглероживания, что принципиально решало вопрос о возможности исключения длительного (160 ч) «черного» отжига и совмещения обезуглероживания с рекристаллизационным отжигом после первой холодной прокатки. Это дало возможность увеличить скорость перемещения полосы и сократить технологический цикл до 5–10 мин, полностью исключив «черный» отжиг, что значительно повысило качество трансформаторной стали и увеличило процент выхода стали высших марок.

На Новолипецком металлургическом комбинате также была решена важная народнохозяйственная проблема получения качественного автолиста с использованием отжига на непрерывном скоростном агрегате с учетом действующих технологий выплавки и прокатки. Было установлено, что благоприятная для штампуемости структура стали в процессе ее скоростного отжига формируется при условии разделения процессов рекристаллизации и выделения нитридов алюминия из пересыщенного твердого раствора.

Проведенная сравнительная оценка качества металла, полученного по разработанной и внедренной технологии непрерывного отжига автолиста, показала, что отечественный металл по своим качествам не уступает металлу известных зарубежных фирм. Это позволило полностью отказаться от закупки импортного автолиста.

Разработаны научные основы и создана с применением скоростного электронагрева принципиально новая технология изготовления упругих элементов специального назначения из трудно-

деформированных сплавов на ниобиевой основе ЛН-1, работающие при температурах до 1100 °С, жаропрочных релаксационноустойчивых сплавов на никелевой основе для работы в интервале температур от –253 °С до 800–850 °С.

#### **IV. НОВОЕ СЕРИЙНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМАХ СКОРОСТНОГО ТЕРМОУПРОЧНЕНИЯ**

Основные требования, которым должно удовлетворять технологическое оборудование, вытекают из необходимости создания высокопроизводительных, ресурсосберегающих процессов, которые имеют высокую степень автоматизации при выполнении всех операций по гибким производственным связям и работают в условиях непрерывного производства. При этом должна быть эффективно решена проблема защиты окружающей среды и использование ЭВМ при подготовке производства и выборе оптимальных решений при определении параметров обработки.

Для осуществления процессов скоростной термообработки только в Минавиапроме разработаны технологии и комплекс технологического оборудования, включающий серию автоматизированных установок различного назначения для закалки длинномерных, разностенных труб; для скоростного с использованием косвенного индукционного нагрева отпуска длинномерных, разностенных труб; линия термообработки (закалки и отпуска) толстостенных заготовок с использованием косвенного индукционного муфельного нагрева; для закалки и скоростного рекристаллизационного отжига тонкостенных разнотолщинных деталей; для индукционного отпуска сварных швов (кольцевых, спиральных, долевых, а также фланцев); для термофиксации и отпуска титановых и стальных тонкостенных оболочек.

#### **Литература**

1. Физические основы электротермического упрочнения стали / В.Н. Гриднев [и др.]. — Киев: Наукова думка, 1973.
2. Технологические основы электротермической обработки стали / В.Н. Гриднев [и др.]. — Киев: Наукова думка, 1977.
3. Садовский, В.Д. Структурная наследственность в стали / В.Д. Садовский. — М.: Металлургия, 1973. — (Удостоена Золотой медали Академии Наук СССР им. Д.К. Чернова, 1976 г.).
4. Астапчик, С.А. Термокинетика рекристаллизации / С.А. Астапчик. — Минск: Наука и техника, 1968.
5. Астапчик, С.А. Электротермообработка сплавов с особыми свойствами / С.А. Астапчик, Н.М. Бодяко. — Минск: Наука и техника, 1977.
6. Белянин, П.Н. Промышленные работы / П.Н. Белянин. — М.: Машиностроитель, 1975.
7. Белянин, П.Н. Гибкие производственные комплексы / П.Н. Белянин. — М.: Машиностроитель, 1984.

## ИЗ ИСТОРИИ ТАНКОСТРОЕНИЯ

*Т.П. Мороз, ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины  
(из журнала «Сварщик в Белоруссии» № 5(42)–2010)*

*Проект первой боевой паровой гусеничной машины создал в 1874 г. Французский инженер Э. Буйэн. Машина представляла собой бронированный поезд с экипажем 200 человек, 12 пушками и 4 пулеметами, и передвигалась по рельсам. Расчетную скорость 10 км/ч обеспечивала паровая машина мощностью 40 л.с.*

В 1913 г. российский инженер Иван Дмитриевич Менделеев представил расчет деталей и чертежи проекта оригинальной русской бронированной гусеничной машины. Для начала XX в. его проект был фантастическим. Отдельные конструктивные решения только спустя многие годы были использованы в отечественном и зарубежном танкостроении.

Проект И.Д. Менделеева предусматривал:

- оригинальную компоновку машины с пневматической подвеской;
- возможность «посадки на грунт» машины во время стрельбы для обеспечения большей устойчивости и меньшей ее уязвимости при артобстреле;
- механизированное выполнение орудийных выстрелов;
- облегченное управление танком.

В 1914 г. мастер Рижского машиностроительного завода А.А. Пороховщиков представил военному ведомству макет своей боевой гусеничной машины «Вездеход». Им были реализованы оригинальные решения по вооружению машины, защите экипажа, проходимости и маневренности. Первый опытный танк «Вездеход», собранный в Риге в мае 1915 г., — это легкий одногусеничный танк с броней, защищающей от пуль, оснащенный пулеметом. На испытаниях в июне 1915 г. танк А.А. Пороховщикова продемонстрировал скорость 25 верст в час, что значительно превышало аналогичные показатели английских

и французских танков. После доводки скорость машины достигла 40 верст в час. Однако ввиду отсутствия отработанных отечественных технологий производства, необходимого оборудования и материалов российское военное ведомство отклонило проекты отечественных танкостроителей.

В 1915 г. английский инженер Тритон на базе трактора «Холт» создал и испытал боевую машину, названную «Маленький Вилл». В 1916 г. он создает танк «Большой Вилли» (экипаж 4 человека), который мог преодолевать стены и насыпи высотой до 1,8 м и окопы шириной до 3,6 м.

Если первые танки не обладали необходимыми боевыми и техническими качествами, имели слабое вооружение и применялись лишь для психологического устрашения, то в ходе боевых операций первой мировой войны у англичан и французов одновременно родилась идея о том, что танки способны переломить ход затянувшейся по-

зиционной войны. Начатая в 1916 г. программа создания легких танков завершилась созданием самого распространенного — «Рено» (рис. 1). Французские танки «Шнейдер» и «Сен-Шамон», задуманные как тяжелые мобильные артиллерийские платформы, были плохо приспособлены для пересечения траншей, а потому понесли тяжелые потери в ходе боев с немцами.

Впервые в бою танки были применены англичанами 15 сентября 1916 г. на реке Сомме. Из 32



Рис. 1. Легкий танк «Рено FT-17»

танков только 18 участвовали в бою, а остальные из-за неисправностей застряли в болоте.

В Советской России к выпуску бронемашин на базе французского танка «Рено» приступили в 1920 г. на Нижегородском заводе «Красное Сормово». В 1927 г. работы в области танкостроения начались и в Украине. Главное управление военной промышленности СССР поручило своему головному предприятию ХПЗ разработку конструкции отечественных танков и организацию их производства. Конструкторскую группу возглавил молодой инженер-конструктор И.Н. Алексеенко.

Параллельно с работами отечественных танкостроителей УММ РККА заключило соглашение с американским конструктором У. Кристи на приобретение двух танков М1931 с технологической документацией и правом их изготовления, на основе которых к концу 1931 г. ХПЗ изготовил три образца нового легкого танка под индексом БТ-2. Колесногусеничная быстроходная машина БТ-2 после существенных конструкторско-технологических доработок и изменений послужила прообразом легендарной «тридцатьчетверки» (Т-34).

В марте 1936 г. Наркомат тяжелой промышленности принял решение о создании боевого танка с более сильной броневой защитой от огня мелкокалиберной противотанковой артиллерии. Накануне нового 1937 г. к исполнению служебных обязанностей главного конструктора танкового КБ Харьковского завода № 183 (при ХПЗ) приступил М.И. Кошкин, ближайшими помощниками которого стали А.А. Морозов и Н.А. Кучеренко. С апреля 1937 г. на заводе под руководством М.И. Кошкина начались работы по созданию нового танка. В феврале 1940 г. на полигоне под Харьковом начались испытания двух опытных танков Т-34, а вскоре — их серийное производство.

В декабре 1940 г. было принято Постановление СНК СССР и ВКП(б) «О внедрении скоростной автосварки» и принято решение о командировании Е.О. Патона на танковый завод в Харьков.

Академик ВУ АН Е.О. Платон предложил изготовить установки для автоматической сварки броневых листов корпуса танка. Изготовление сварочной установки заняло короткий срок, испытания прошли успешно. Внедрение установки позволило харьковчанам к началу мая 1941 г. изготовить 525 танков Т-34. Тогда же за разработку метода и аппаратуры скоростной автоматической сварки Евгению Оскаровичу Патону была присвоена Сталинская премия первой степени.

Танк Т-34 — единственный танк в истории второй мировой войны, который не устарел и сохранил все свои боевые качества (рис. 2). В 1945 г., отмечая лучшее оружие второй мировой войны — английские пушки, немецкий самолет «Мессершмитт» и российский танк Т-34, — У. Черчилль сказал, что если относительно первых двух ему ясно, как это сделано, то с третьим — непонятно, как появился этот танк.

С начала войны прибывшие в Нижний Тагил 37 патоновцев все свои силы направили на внедрение в производство военной техники автоматической скоростной сварки под флюсом (АСС), продолжая плодотворное сотрудничество с Харьковскими танкостроителями. Первый танк Т-34 из узлов и деталей, изготовленных еще в Харькове, вышел из ворот завода 8 декабря 1941 г., и в действующую армию была отправлена первая партия — 25 танков Т-34. А 9 мая 1945 г. из ворот Нижнетагильского танкового завода вышел танк Т-34 под заводским номером 35000.

Появившиеся в 1943 г. в гитлеровской армии новые танки «Тигр» и «Пантера» с усиленным бронированием в большинстве случаев не пробивались 76-миллиметровыми снарядами танка Т-34, вследствие чего советские танкостроители в предельно сжатые сроки, до конца 1943 г., установили на танк Т-34 пушку калибром 85 мм, сравнявшую огневую мощь наших и немецких танков. Для улучшения обзора в конструкции танка была предусмотрена командирская башня. Советский танк ИС-2 («Иосиф Сталин»), имевший схожие с «Тигром» характеристики защиты и более мощную пушку (калибр 122 мм против 88 мм), был на 10 т легче и всего на 1,2 т тяжелее среднего немецкого танка «Пантера».

Танки противника. Во время ВОВ немецкие танки имели классическую немецкую компоновку: двигатель размещается в корме; трансмиссия, размещенная в носовой части, соединяется с отделением управления. Эта компоновка характерна для всех немецких серийных танков, начиная с «Panzer I» и заканчивая «Panzer VI» («Королевский тигр») (рис. 3). Подобная компоновка также имела свои преимущества и недостатки.

Как правило, лобовое бронирование корпуса немецких танков имело вертикально бронированные листы. Размещение лобовых бронелистов перед трансмиссией не допускало дальнейшего увеличения их угла наклона.

Немецкий «Тигр» (рис. 4) был слишком высок и широк. Кроме того, для обеспечения низкого удельного давления на грунт потребовалась зна-

чительная длина опорной поверхности и ширина гусениц.

Танки союзников. К началу Второй мировой войны английская танковая промышленность поставляла весьма посредственные танки «Матильда», «Тетрарх» и «Черчилль».

78-миллиметровая броня «Матильды» (рис. 5) соответствовала лишь броне советского танка КВ. В условиях весеннего бездорожья «Матильда» буксовала, теряла ход и развивали скорость 10–12 км/ч. В случае заморозков 27-тонную машину невозможно было сдвинуть с места; вероятно, поэтому из 1084 «Матильд», поставленных в СССР, до 1943 г. на фронте не осталось ни одной.

В 1942 г. СССР получил 20 танков «Тетрарх» (рис. 6). Легкий 7-тонный разведывательный танк, слабо бронированный, с 40-миллиметровой пушкой развивал скорость около 40 км/ч.

Тяжелый 40-тонный танк «Черчилль» (рис. 7) с 102-миллиметровой броней был надежным оружием и успешно громил немецкие «тройки» и «четверки» в сражении на Курской дуге.

Американские поставки по ленд-лизу включали 27-тонный танк трехметровой высоты «Генерал Ли». Его 75-миллиметровая пушка проламывала, как орех, броню любого немецкого танка, но сам «Генерал Ли» со своей лобовой броней в 37 мм держал снаряды 50-миллиметровых пушек очень слабо, слабой была и ходовая часть. Поэтому «боевой карьеры» танк так и не сделал.

С осени 1941 г. в СССР начали поступать легкие американские танки «Стюарт» (рис. 8) — высокая скорость, подвижность, многочисленность

вооружения (на первых модификациях стояла пушка 37 мм и 5 пулеметов), легкость брони. Однако на Восточном фронте он не имел шансов на выживание, его двигатель плохо работал на советском низкосортном бензине, и с поставленными в СССР 1676 танками американцы вынуждены были поставлять еще и топливо.

И только знаменитый американский танк

«Шерман» (рис. 9) снижал себе добрую славу на Восточном фронте. Боевое крещение он получил в северной Африке в 1942 г. В начале 1943 г. эти танки появились и на советско-германском фронте. Более десятка выпущенных его модификаций отличались двигателем, калибром орудия и толщиной брони. По бронированию и вооружению «Шерман-М4» не уступал советскому Т-34-76. Но вскоре на американские «Шерманы» установили длинноствольную пушку калибром 76 мм с начальной скоростью снаряда 810 м/с. Все М4 оснащались гироскопическим стабилизатором пушки. О такой роскоши советские танкисты могли только мечтать. Если первые «американцы» имели броню толщиной 50–79 мм, то в 1944–1945 гг. — 75–100 мм. Всего по ленд-лизу СССР получил 4063 единицы этих машин, прошедших с

боями всю Восточную Европу и закончивших свой боевой путь в Берлине.

Украина — одно из немногих государств, имеющих развитое производство современных танков и боевых гусеничных машин. Страна обладает не только развитой производственной базой — Харьковский завод транспортного машиностроения им. В.А. Малышева (ХЗТМ), но и собствен-



Рис. 2. Танк «Т-34»



Рис. 3. Легкий танк «Panzer I»



Рис. 4. Тяжелый танк «Тигр Б»

ным специализированным конструкторским предприятием — ХКБМ им. А.А. Морозова. Эти предприятия создали собственную школу конструирования гусеничных машин.

В 1951 г. харьковское КБ-60М завода № 275 приступило к разработке перспективного танка — «объект 430». В 1953 г. отдел нового проектирования разработал проект нового среднего танка с усиленной броневой защитой, вооруженного 100-миллиметровой танковой пушкой Д-54ТС. Сварной корпус танка планировалось изготавливать из катаных броневых листов, носовую часть корпуса — из броневых листов 120 мм. Боковая броня до 80 мм должна была иметь обратный угол наклона. Башня танка сферической формы с узкой амбразурой имела дифференцированную броневую защиту. Максимальная толщина брони достигала 200 мм. На вооружении «объекта 430» стояли 100-миллиметровая танковая пушка Д-54ТС и пулемет СГМТ (7,62 мм). Впервые на среднем танке был установлен оптический прицел — дальномер ТПД-МС. Для борьбы с воздушными целями на танке планировалась зенитно-пулеметная установка.

В 1957 г. на харьковском заводе им. В.А. Малышева были изготовлены три опытных образца «объекта 430». Поскольку испытания показали, что огневую мощь нового танка повысить не удалось, вводить в серийное производство «объект 430» сочли нецелесообразным. Однако полученные наработки значительно облегчили создание танка Т-64.

В начале 1960-х годов КБ № 60М по собственной инициативе создало «объект 432»,

оснащенный гладкоствольной пушкой 115 мм с боекомплектом бронебойно-подкалиберных, кумулятивных и осколочно-фугасных оперенных снарядов. «Объект 432» обладал новым сварным корпусом с углом наклона лобовых листов в 68° и скошенными листами вылиц. Лобовой лист (бронированная сталь, стеклопластик, бронированная сталь) защищал танк от всех видов снарядов.

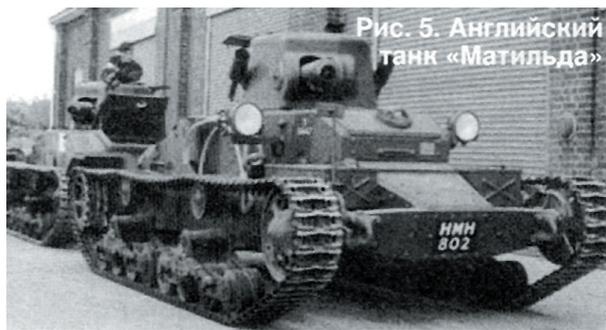
Башня танка — литая с резке дифференцированным многослойным бронированием (броневая сталь, алюминиевый сплав, броневая сталь) максимальной толщиной 600 мм.

«Объект 432» с форсированным до 700 л. с. пятицилиндровым турбодвигателем имел новую усовершенствованную систему охлаждения. Ходовая часть оснащалась изготовленными из алюминиевого сплава опорными катками с внутренней амортизацией и новой облегченной гусеничной лентой, что привело к существенному снижению массы. Первые серийные «объекты 432» сошли с конвейера ХЗТМ в октябре 1963 г. К сентябрю 1964 г. их было изготовлено 54, к декабрю 1965 г. — 218. После доработки танк был принят на вооружение под маркой Т-64 (рис. 10).

За создание танка Т-64 и дизеля 5ТДФ большая группа танковых

специалистов, в т. ч. А.А. Морозов, Я.И. Баран, Л.Л. Голинец, были удостоены Ленинской премии.

С 1966 г. харьковчане разрабатывают машины, названные «объект 436», «438» и «439», ставшие прообразом тагильского танка Т-72. Принятые на вооружение танки «437» и «447» продолжили линию развития и совершенствования танка Т-64 под индексами Б1, Б.



В 1984 г. были разработаны танки Т-64Б, в 1985 г. — Т-64БВ. «Изделие 476» легло в основу работ над «изделием 478», известным как танк Т-80УД.

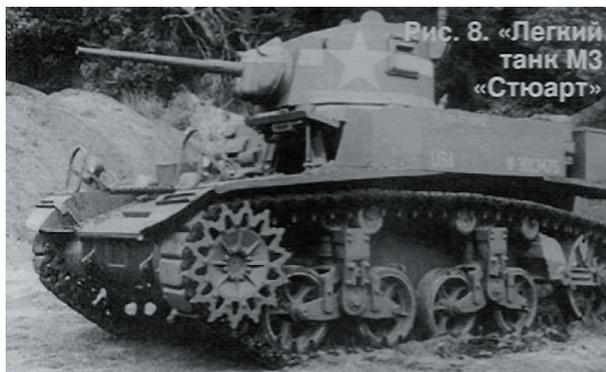
В 1994 г. был разработан и принят на вооружение самый современный танк ХКБМ — Т84. К большинству конструктивных решений харьковчан можно применить термин «впервые в мире». Действительно, впервые в мире была разработана конструкция среднего танка, ставшая классической: со скоростными характеристиками легкого танка, бронезащитой и вооружением тяжелого. Впервые в мире были применены композитная многослойная бронезащита и управляемая ракета. Впервые в мире один член экипажа был заменен автоматом. Прочный стальной корпус танка Т-84У в лобовой проекции закрыт многослойной комбинированной защитой. Установленный на танке двигатель 6ТД-2 мощностью 1200 л. с. позволяет развивать скорость до 73 км/ч, а ускоренная передача заднего хода — до 32 км/ч. Двухплоскостной стабилизатор обеспечивает ведение прицельного огня как в положении покоя, так и в движении на дистанции до 3–4 км, а с применением управляемой противотанковой ракеты до 5 км. Использование ночного тепловизора обеспечивает ведение эффективного прицельного огня на дистанции до 2 км. Низколетящие воз-

душные цели на дистанции до 5 км поражаются управляемой ракетой.

В стандартный комплект танка входит комплекс оптико-электронной установки преград: датчики лазерного излучения, система установки дымовой или аэрозольной завесы и осветители фазового излучения. На танке также есть оборудование для самоокапывания. Оборудование для подводного вождения позволяет форсировать водные преграды по дну глубиной до 1,8 м без подготовки, глубиной до 5 м — с установкой подающей и выхлопной труб, которые по завершении форсирования сбрасываются без остановки движения и выхода экипажа. Танки оснащены приборами радиохимической разведки с фильтровентиляционной установкой и быстродействующей системой противопожарного оборудования.

В недалеком будущем танк, по всей вероятности, будет иметь нетрадиционную схему компоновки и обладать искусственным интеллектом. Его определяющим качеством станет универсальность, дающая возможность решать задачи во взаимодействии с другими боевыми средствами.

Качественно новая автоматизированная система позволит работать в едином информационном пространстве с использованием защищенных систем связи, навигации, распознавания, управления огнем и движением.



*Танки и танковые армии СССР сыграли решающую роль в Великой Отечественной войне. Фашистские лидеры называли их «моторизованным Чингис Ханом». С этой армадой невозможно было бороться, особенно в наступательных операциях, начиная от Курска, Корсун Шевченка до Берлина и Праги.*

*Великая Отечественная породила плеяду самородков, выдающихся командармов и командиров, преданных своему долгу и Родине. Среди этих имен стоят такие легендарные маршалы и генералы, как Катухов, Слюсаренко, Ротмистров, Рыбалко, Романенко, Зинькович, Драгунский и сотни других. Со зрелым мастерством они проводили блестящие операции и маневры, и уже ничего не могло спасти фашистское логово и его насельников от кары и возмездия.*



## **ЗИНЬКОВИЧ МИТРОФАН ИВАНОВИЧ**

Родился 27 июня 1900 г. в д. Печары Костюковичского р-на Могилевской обл. Из крестьян. Белорус. Член КПСС с 1924 г. Окончил Полтавскую пехотную школу в 1923 г., Военную академию им. Фрунзе в 1933 г. В Красной Армии с 1919 г. Участник гражданской войны, освобождения Западной Белоруссии в 1939 г., советско-финляндской войны 1939–40 гг. В Отечественную войну с 1942 г. на Брянском, Центральном и Воронежском фронтах. Командир танкового корпуса генералмайор М.И. Зинькович отличился при освобождении Украины. 22 сентября 1943 г. во главе группы танкистов в числе первых форсировал Днепр, овладел плацдармом и обеспечил переправу остальным частям корпуса. Погиб в бою 24 сентября 1943 г.

Звание Героя Советского Союза присвоено посмертно 17 ноября 1943 г. Похоронен в Прилуках, на могиле — обелиск. Его именем названа улица в Костюковичах.

*Лит.: Герои Советского Союза — могилевчане, Мн., 1965, с. 60–61.*



## **РОМАНЕНКО ПРОКОФИЙ ЛОГВИНОВИЧ**

Родился 25 февраля 1897 г. в с. Маршалы Недригайловского р-на Сумской обл. Из крестьян. Украинец. Член КПСС с 1920 г. Окончил Военную академию им. Фрунзе в 1933 г., Высшую военную академию им. Ворошилова в 1948 г. В армии с 1914 г., в Красной Армии с 1918 г. Участник гражданской войны — командир эскадрона, полка, помощник командира бригады на Северном Кавказе, Южном и Западном фронтах. Награжден орденом Красного Знамени. Участник советско-финляндской войны 1939–40 гг. — командир механизированного корпуса. С января по июнь 1942 г. — командующий армией в Забайкалье. С июня 1942 г. на Западном, Брянском, Юго-Западном, 1-м Белорусском фронтах. Во время освобождения Белоруссии генерал-полковник П.Л. Романенко командовал 48-й армией, участвовавшей

в Гомельско-Речицкой, Калинковичско-Мозырской, Рогачевской, Бобруйской, Минской и Люблинско-Брестской операциях. Звание Героя Советского Союза П.Л. Романенко присвоено 21 февраля 1944 г. В 1945–47 годах — командующий войсками Восточно-Сибирского военного округа. Умер 10 марта 1949 года.



## РОТМИСТРОВ ПАВЕЛ АЛЕКСЕЕВИЧ

Родился 6 июля 1901 г. в д. Скворово Осташковского р-на Калининской обл. Из крестьян. Русский. Член КПСС с 1919 г. Окончил Объединенную военную школу им. ВЦИК в 1924 г., Военную академию им. Фрунзе в 1931 г., Военную академию Генерального штаба в 1953 г. В Красной Армии с 1919 г. В гражданскую войну воевал против колчаковцев, на Западном фронте, участник подавления кронштадтского мятежа. Награжден орденом Красного Знамени. С 1938 г. преподаватель Военной академии моторизации и механизации РККА. Участник советско-финляндской войны 1939–40 г. — командир танкового батальона, начальник штаба танковой бригады. В Отечественную войну начальник штаба механизированного корпуса, командир танковой бригады, танкового корпуса, командующий танковой армией на Западном, Северо-Западном, Калининском, Воронежском, Сталинградском, Юго-Западном, 2-м Украинском и 3-м Белорусском фронтах. Участник битвы под Москвой, Сталинградом, на Курской дуге, освобождения Украины, Кировоградской, Корсунь-Шевченковской операций, разгрома немецко-фашистских войск в Белоруссии и Прибалтике. За освобождение Минска награжден орденом Ленина. С августа 1944 г. зам. командующего бронетанковыми и механизированными войсками Советской Армии. После войны командующий бронетанковыми и механизированными войсками Группы советских войск в Германии, потом на Дальнем Востоке. С 1948 г. начальник и заместитель начальника кафедры Военной академии Генштаба, с 1958 г. начальник Военной академии бронетанковых войск. Доктор военных наук (1956 г.), профессор (1958 г.), Главный маршал бронетанковых войск (28 апреля 1962 г.). С 1964 г. помощник министра обороны СССР по высшим учебным заведениям. Звание Героя Советского Союза присвоено 7 мая 1965 г. С 1968 г. Генеральный инспектор Группы генеральных инспекторов Министерства обороны СССР. Автор работ по тактике и оперативному искусству бронетанковых войск и общим военным проблемам.

*Соч.: Танки на войне, 3 изд., М., 1970; Время и танки, М., 1972.*

## ФИЛИМОНОВ АЛЕКСАНДР АНДРЕЕВИЧ



Родился 9 мая 1918 г. в д. Кучин Кормянского р-на Гомельской обл. Из крестьян. Белорус. Член КПСС с 1943 г. Окончил Орловское танковое училище в 1942 г., Белорусский государственный университет в 1949 г. В Отечественную войну на фронте с июля 1943 г. Участник битвы на Курской дуге, освобождения Харькова, Кировограда. Командир танковой роты ст. лейтенант А.А. Филимонов отличился в боях на тер. Германии. В апреле 1945 г. рота под его командованием форсировала р. Нейсе и Шпрее, уничтожила очаги сопротивления гитлеровцев в одном из пригородов Берлина. В боях с противником, прорывавшимся на помощь окруженной берлинской группировке, рота отбила 10 атак, уничтожила 12 танков и самоходных орудий, 11 полевых орудий, 35 пулеметных точек, 20 грузовых автомашин и около 500 гитлеровцев. Звание Героя Советского Союза присвоено 27 июня 1945 г. С 1952 г. на преподавательской работе в Белорусском государственном университете им. В.И. Ленина. С 1969 г. заведующий сектором Института истории АН БССР. Доктор исторических наук профессор А.А. Филимонов разрабатывает проблемы истории БССР периода строительства социализма и коммунизма.

*Соч.: XI съезд партии. Ленинский план построения социализма в СССР. XII съезд партии, Мн., 1960; Укрепление союза рабочего класса и трудящегося крестьянства в период развернутого строительства социализма, Мн., 1968; (в соавт.) братское сотрудничество Белорусской ССР с союзными республиками, Мн., 1974.*



*Командующий Третьей танковой армией  
П.С. Рыбалко.  
Польша, 1944 г.*



*В штабе Третьей гвардейской танковой армии в дни боев на Садомирском плацдарме. 1944 г. Справа налево: П.С. Рыбалко, командир Первого гвардейского штурмового авиакорпуса В.Г. Рязанов, начальник штаба армии Д.Д. Бахметьев*



*Комбриг П.С. Рыбалко  
с сыном Вилем, курсантов  
Орловского танкового училища.  
Орел, май, 1940 г.*

## ИЗ СЛАВНОЙ ИСТОРИИ ДЕЙСТВИЯ ДНЕПРОВСКОЙ (ПИНСКОЙ) ВОЕННОЙ ФЛОТИЛИИ НА БЕЛОРУССКОЙ ЗЕМЛЕ

*В.П. Кириченко, А.Э. Павлович*



**Сквозь вражьи заслоны и мины,  
В огне проведя катера,  
Они донесли до Берлина  
Бессмертную славу Днепра!**

*Из песни в газете «Красный днепровец»  
от 14 июля 1945 г.*

Еще при Петре I в 1696 г. появились боевые корабли на Днепре. Как действующее воинское соединение Днепровская флотилия существовала в 1737–1739 гг. и участвовала в Русско-турецкой войне. Вместе с сухопутной армией она брала Очаков и играла роль надежного аванпоста в районе Днепровского лимана.

Формирование Днепровской флотилии [1] в XX в. берет свой отсчет со времен гражданской войны и военной интервенции 1918–1920 гг. Корабли флотилии на нашей земле вели бои против войск панской Польши на Припяти, особенно в районе Турова. Осенью 1919 г. в ее состав влились Припятская и Березинская флотилии. Особо отличились корабли модернизированной флотилии на Днепре в известной операции «лоевский прорыв», а также на Припяти при освобождении Мозыря. После окончательного изгнания белополяков необходимость в военной флотилии отпала и она была расформирована.

Затем Днепровская флотилия была вновь создана в июне 1931 г. на базе отряда речных кораблей. Во взаимодействии с частями Красной Армии она участвовала в сентябре 1939 г. в операциях по освобождению западных белорусских земель. В июне 1940 г. на базе Днепровской флотилии было создано два новых оперативных объединения — Дунайская и Пинская флотилии. Пинская флотилия оставалась в границах той же операционной зоны, что и Днепровская флотилия, до 1940 г.

В начале Великой Отечественной войны Пинская флотилия имела в своем составе 9 мониторов, 8 канонерских лодок, 9 сторожевых кораблей, 14 катеров-тральщиков, 20 глассеров и полуглассеров, артиллерийский зенитный дивизион на механической тяге, роту морской пехоты, части наблюдения, связи и другие подразделения.

На первом этапе войны главной задачей флотилии было сдерживание наступления во много раз превосходящей ее по силе немецко-фашистской армии. Наши моряки выполняли эту задачу героически. Несмотря на то, что отдельные корабли и части приводились в боеготовность под сильным обстрелом противника, флотилия успела занять назначенные районы обороны, не потеряв при этом ни одного судна.

В первые дни войны корабли совместно с разрозненными частями 4-й армии Западного фронта обороняли города Пинск, Лунинец, Туров. 11 июля 1941 г. флотилия была разделена на три отряда: Припятский, Березинский и Днепровский — и каждый из них выполнял задачи артиллерийской поддержки наших переправ и нарушения переправ войск противника. На всех участках моряки флотилии дрались мужественно, проявляя величайшую стойкость и упорство.

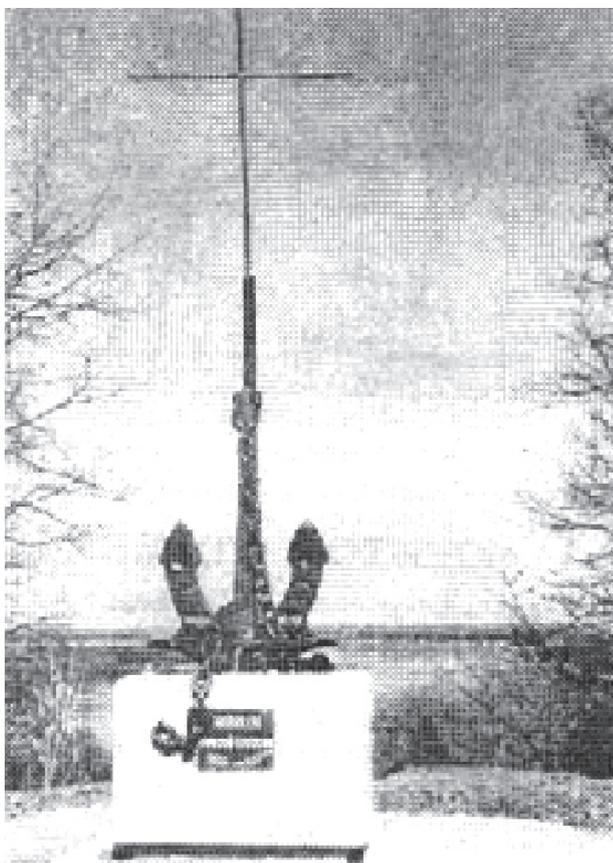
На первый взгляд подвиги незначительны, на самом же деле они величественны. Например, дерзкий поход совершила группа кораблей (монитор «Смоленск» и три бронекатера) на Березине. Пройдя в тыл врага, они нанесли внезапный удар

по скоплению его войск, разрушив их переправу и уничтожив до 100 единиц бронетехники и автомобилей с грузами. Но на обратном пути монитор попал под завесу прицельного огня противника и понес большие потери в людях. Были выведены из строя башня артиллерийского устройства главного калибра и рулевое устройство, ранили командира корабля. В сложнейших условиях под прикрытием огня бронекатеров экипаж сумел устранить повреждения и вернуться в расположение наших войск.

В память о славных подвигах моряков Пинской флотилии в с. Береговая Слобода, что на берегу Березины, установлен памятник.

С развитием наступательных операций наших войск во втором периоде войны 14 сентября 1943 г. Днепровская военная флотилия была вновь воссоздана.

Самым знаменитым событием для нее стала стратегическая наступательная операция «Багратион» летом 1944 г. К этому времени флотилия оперативно подчинялась 1-му Белорусскому фронту и имела в своем составе 23 бронекатера, 20 тральщиков, 13 сторожевых катеров, 10 катеров ПВО, 26 полуглиссеров, 6 самоходных 100-миллиметровых плавбатарей, 2 зенитных артдивизиона.



Действуя совместно с войсками К.К. Рокоссовского, корабли флотилии участвовали в артиллерийской поддержке наступающих сухопутных войск, осуществляли их переправы и срывали вражеские, обеспечивали противоминную оборону, высаживали десанты. Моряки-днепровцы стали той железной гвардией, которая первой бросалась в стан врага и собственным героизмом подавала пример армейцам.

Важным этапом в боевой деятельности флотилии явилось содействие сухопутным войскам в освобождении Пинска, превращенного фашистами в сильный опорный узел. Чтобы отвлечь силы немцев от направления главного удара наших войск и дезорганизовать вражескую оборону, командование 61-й армии поставило перед моряками боевую задачу — высадить в Пинске, который находился в 20 километрах за линией фронта, десант в составе двух полков.

В ночь с 11 на 12 июля 1944 г., хотя река Пина буквально кипела от разрывов мин и снарядов, корабли флотилии такую задачу выполнили, проявив мужество и героизм.

Среди них бронекатер № 92 (БКА 92) принял на себя главный удар. Вражеские снаряды изрешетили корабль, но он, поражая из своих орудий вражеские цели, все же дошел до причала в центре города и, хотя и сел на грунт, но высадил десант. Позже геройский БКА 92 был поднят на пьедестал и является одним из многочисленных памятников тех героических дней.

Интересна история создания бронекатеров, к которым относится БКА 92.

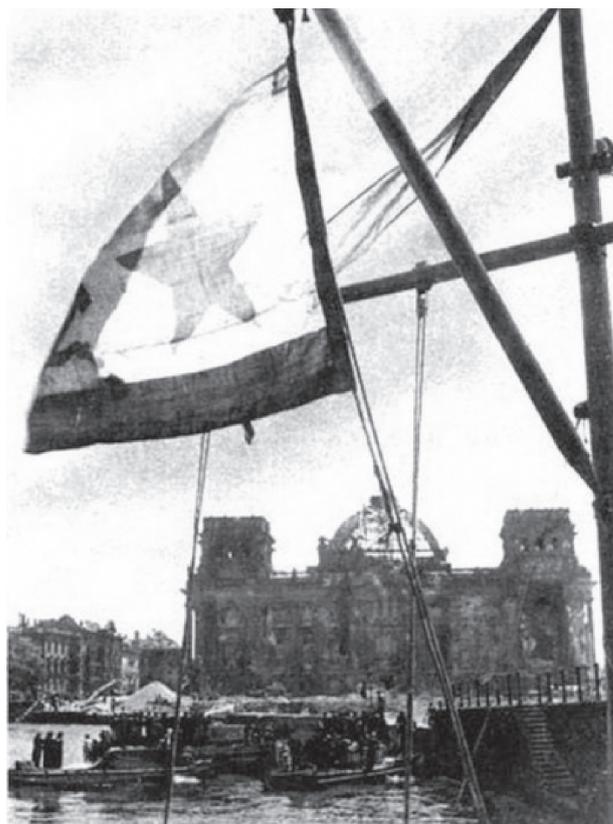
Этот корабль — представитель славного, не имевшего аналогов в иностранных флотах, семейства речных катеров, заслуживших у участников Великой Отечественной войны ласковые прозвища — «броняшки», «бычки» и «букашки» [2].

Первое задание на проектирование было выдано одному из проектных КБ в конце 1934 г. После успешных испытаний началась серийная постройка больших и малых кораблей, предназначенных для плавания в стесненных речных фарватерах. К началу Великой Отечественной войны в строю Днепровской, Пинской и Дунайской военных флотилий находилось 85 катеров обоих типов, и еще 68 строились.

Первоначально готовые корпуса бронекатера стали вооружать старыми, списанными с флота зенитными 76-миллиметровыми пушками Лендера, создав таким образом на базе проекта неплохие катера ПВО. Несколько позже на таких бронекатерах стали устанавливать башни от знаменитых танков Т-34 с 76-миллиметровым орудием.

Изобретательные кораблестроители заменяли закаленную броню гомогенной, которую можно было сваривать; вместо моторов отечественного производства ставили поступавшие по ленд-лизу американские «холл-скоты» и «паккарды»; снабжали палубы рельсами для постановки минных заграждений; усиливали противовоздушную оборону установкой дополнительных пулеметов и 37-миллиметровых зенитных автоматов; даже втискивали в рубки железные печки-«буржуйки», чтобы экипаж не замерзал при остановленных двигателях во время плаваний в битом льду.

Накопленный на Березине и Припяти боевой опыт моряков-днепровцев послужил залогом



успешных действий флотилии в дальнейших наступательных операциях на территории Польши и Германии. И флаг военно-морского флота они донесли до стен Рейхстага!

**Источники информации:**

1. Козлов, Т.П. Бескозырки на Днепре и Шпрее: исторические очерки / Т.П. Козлов, В.П. Кириченко. — Минск: БГУФК, 2008.
2. Электронный ресурс: <http://www.warships.ru/MK/MK-20/Mk-20-1.htm>. — Дата доступа 10.12.10.

## НАШ ОТВЕТ ЧЕМБЕРЛЕНУ, ИЛИ СТРАТЕГИЧЕСКАЯ АВИАЦИЯ СССР

*Клеванец Ю.В.*

*(Продолжение. Начало см. в №№ 44–49)*

*Работы КБ П.О. Сухого*

### **Сверхзвуковой дальний тяжелый бомбардировщик Су-100**

*Главный конструктор Н.С. Черняков.*

В литературе отмечается, что начало проектирования самолета Су-100 (заводской индекс Т-4) стало результатом совместного давления на Хрущева со стороны руководства ВВС, Министерства авиационной промышленности и Госплана. Опасность, исходящая от морских сил США, представлялась очень высокой, именно против авианосных ударных групп и должен был применяться новый самолет. Для того чтобы атаку по силам «вероятного противника» сделать неотвратимой, предполагалось достижение высокой сверхзвуковой скорости самолетом-носителем и гиперзвуковой ракетой, которой будет вооружен этот самолет.

Ракету Х-45 с дальностью полета в 500 км (в литературе была и цифра 1500 км) под новую ударную машину разрабатывало Дубнинское КБ под руководством А.Я. Березняка.

Поскольку заданием диктовались высокие скорости на большой высоте, внешний облик бомбардировщика определялся с учетом уже известных советским конструкторам изображений «Валькирии» (см. раздел, посвященный американским самолетам). Первоначально предполагаемая для использования аэродинамическая схема «утка» была быстро забракована из-за того, что она накладывает наибольшие ограничения по центровке среди прочих схем (было заведомо ясно, что масса скоростного и дальнего бомбардировщика во время полета будет сильно меняться, а вместе с ней будет «гулять» и центр тяжести). Остановились, как и американцы, на схеме «бесхвостка» с передним горизонтальным оперением (ПГО) для балансировки. Самолет должен был прорываться к цели, имея скорость 3000–3200 км/ч на высоте в 20 км и выше или «подкрадываться» на скорости в 1100–1200 км/ч у земли.

Двигателями нового самолета были выбраны одноконтурные ТРДФ (турбореактивный с форсажной камерой) РД-36-41, разрабатываемые КБ П.А. Колесова при Рыбинском моторостроительном объединении. Двухконтурный двигатель не дал бы желанной экономии топлива: второй, низкоскоростной контур — только помеха на скоростях свыше 2500 км/ч.

Те же высокие скорости требовали отказа от сплавов алюминия в качестве основного конструкционного материала. На скорости в 3000 км/ч обшивка нагревается до 350°.

### **Описание конструкции**

Итак, по заданию новый ракетоносец должен был отвечать весьма амбициозным требованиям: максимально быстро и надежно уничтожить морские ударные группировки «вероятного противника». Наиболее опасными с точки зрения ядерного удара по СССР считались тогда акватория Бискайского залива и пространство Атлантического океана от Исландии до побережья Норвегии. Впрочем, в этом смысле ничего не изменилось и по сей день. Поскольку исходные рубежи для атомной атаки находились в европейских прибрежных водах, то новому самолету достаточно было иметь дальность в 6–7 тыс. км.

В 1960-х гг. в СССР уже были самолеты, летавшие с большими сверхзвуковыми скоростями. Однако все они создавались как истребители-перехватчики, т. е., говоря спортивным языком, были «спринтерами». Теперь же предстояло построить летательный аппарат, для которого скорость в 3000 км/ч была бы обычной крейсерской скоростью. Такая задача потребовала ревизии всей цепочки операций проектирования и производства машины начиная от нанесения на бумагу первой осевой линии и заканчивая покраской и испытаниями. Поэтому с самого начала работ к КБ Сухого подключались силы ЦАГИ, авиационные технологи из НИАТ и материаловеды из ВИАМ. Значительный вклад в дело создания но-

вого бомбардировщика внесло освоение космоса: именно там специалисты Советского Союза впервые столкнулись с гиперзвуковыми скоростями.

Даже топливо пришлось разрабатывать заново: было опасение, что обычный авиационный керосин будет разлагаться в полете от повышенных температур (применялось специальное топливо РГ-4).

Сообщается, что за историю создания нового ракетносца было реализовано не менее 600 изобретений.

Основными конструкционными материалами бомбардировщика были приняты титановые сплавы (ОТ-4, ВТ-20, ВТ-22, ВТ-21Л) и нержавеющие стали. Применялись стальные сплавы ВНС-2 (08Х15Н5Д2Т) и ВИС-5.

Автор этой работы не смог найти расшифровку обозначения ВИС-5, но полагает, что она подобна по составу и свойствам ВНС-2, но еще более пластичная. Вообще говоря, чем более сложными бывают условия нагружения каких-либо конструкций, тем более вязкими и мягкими должны быть материалы для них.

Были также разработаны новые марки стекол, пластмасс, слоистых пластиков, резины. В гидросистему подавалась специальная жидкость Х-2-1, которая может работать при повышенных температурах и давлении в 280 атм.

#### Перейдем к собственно конструкции

Итак, самолет должен был представлять собой маленькую «Валькирию», т. е. иметь смешанную аэродинамическую схему с ПГО (передним горизонтальным оперением) для балансировки. Было подсчитано, что такая форма повысит дальность полета как минимум на 7 % по сравнению с любыми другими аэродинамическими схемами. Четыре двигателя РД-36-41 располагались в единой мотогондоле под крылом, оснащенной двумя воздухозаборниками, по одному на каждую пару двигателей. Тяга каждого двигателя на режиме форсажа — 16,5 т.

Крыло многолонжеронное в виде трапеции, с выраженной наплывной частью. Профиль крыла имел относительную толщину 2,7 %, заднюю часть занимали, элевоны (рули высоты-элероны).



Для лучшей управляемости на больших углах атаки крыло оснащалось отклоняемым носком.

На нижней поверхности крыла крепились подвески под ракеты. Кроме ракет воздух – корабль, возможно было применение и бомб (в т. ч. атомных) и другого оружия. Все это могло размещаться в отдельном контейнере, подвешиваемом под фюзеляж.

Фюзеляж конструктивно делился на 7 отсеков. Значительную его часть занимали баки. Топливо в полете автоматически перекачивалось из одного бака в другой для обеспечения балансировки. Вся проводка системы управления располагалась в гаргротах вне собственно фюзеляжа. По-видимому, такое решение было подсмотрено у Мясищева.

Шасси трехстоечное, с уборкой основных стоек в ниши между двигателями. На основных стойках располагались восемь колес, а на передней — два.

Особое место надо уделить описанию кабины экипажа и управлению. Впервые в СССР в полете пилот мог управлять самолетом только по приборам и по перископам: отклоняющийся при посадке нос самолета на крейсерском режиме полностью закрывал лобовое стекло. Точно так же, т. е. по дисплею локатора и перископам, ориентировался и штурман. Рабочие места обоих членов экипажа оснащались катапультируемыми сиденьями. Покидание самолета в аварийной ситуации производилось вверх и могло осуществляться и на сверхзвуковых скоростях.

Весьма крупная машина управлялась рукояткой-джойстиком, встроенном в подлокотник кресла пилота (совершенная фантастика для аппарата более чем сорокалетней давности). Система управления полностью электронная (по-видимому, впервые в мире), с подключением аналоговых ЭВМ и четырехкратным резервированием.

Впервые была разработана специальная система кондиционирования, включающая в себя турбохолодильники и охлаждение воздуха пропусанием его по трубкам через топливо.

Масса взлетная доходила до 135 т, дальность полета — 6000–6500 км, скорость — до 3200 км/ч, разбег и пробег — не более 1 км.

### История создания

Судьбу ракетноносца Су-100 определили несколько факторов: талант и упорство Генерального конструктора и коллектива КБ (в литературе говорится, что «Сотка» для Сухого стала «любимым ребенком»), относительно небольшие возможности опытного производства при КБ, конкуренция с «фирмой» Туполева, устремления заказчика и руководства отрасли, политическая обстановка в стране (в 1972 г. лидером СССР Брежневым было сказано: «мы и так проживем» — т. е. без модернизаций, на природных запасах), политическая обстановка в мире.

Сухой не обладал авторитетом и «пробивными» способностями Туполева, поэтому с самого начала стало заметно, что работы над «Соткой ведутся несколько медленнее, чем у конкурентов».

В октябре 1964 г. был принят проект самолета, в декабре 1966 г. готов макет. Бомбардировщик не помещался в цехе опытного производства при КБ, поэтому было принято решение отдать изготовление самолета Тушинскому машиностроительному заводу. Руководство завода приняло этот заказ в штыки: технология его изготовления почти на 100 % отличалась от того, чем располагало предприятие. В ответ последовал мощный нажим одновременно по партийной линии и со стороны министерства. Дело в том, что как раз в это время на «фирме» Туполева начались сложности с Ту-22М. Было даже принято постановление о подключении к работам над Су-100 Казанского авиационного завода, что могло принципиально поменять расстановку сил в конкурентной борьбе между двумя КБ. Однако в «укрошении» непослушного Тушинского завода было потеряно время и постройка первого опытного экземпляра «Сотки» началась только в 1969 г.

В литературе сообщается, что в Тушино, где до того делали более легкие машины, со временем вошли во вкус, Су-100 и для коллектива завода тоже стал «любимым дитятей». При всей фантастичности проекта, изготовление машины оказалось очень дешевым: в «Сотке» конструкторы вновь вернулись от толстостенных кованных панелей к листовым обшивкам, правда, уже титановым и стальным. Сообщается, например, что переход с клепки на сварку точечную, роликовую, сварку проплавлением позволил автоматизировать значительную часть операций. Очень сильно снизился расход материалов. По оценкам НИИТ новые технологии позволили сократить материалоемкость почти на 70 %, трудоемкость сборки — на 45 %, сократив количество операций по отдельным элементам конструкции в 3–4 раза.

В декабре 1971 г. был готов первый экземпляр самолета. С одной стороны это было достижение для всей советской авиации и для страны в целом, а с другой — стало заметным отставание от туполевцев с их более «приземленным» Ту-22М. В августе следующего года начались испытания. Испытывал новый бомбардировщик генерал В. Ильюшин, сын Генерального конструктора. Отзывы о самолете были вполне обнадеживающими. Однако страна уже плавно втекала в тот период своей истории, который потом назвали «застоем». Сухой и раньше не был «пробивным» человеком, а теперь еще и просто состарился. В то же время руководство министерства и командование ВВС, оценив и приняв новые веяния, стали «продвигать» одну фигуру — Ту-22М, «придерживая» при этом «Сотку».

Судьбу нового бомбардировщика окончательно перечеркнула «политика разрядки»: политическое руководство страны опасалось, что американцы сочтут Су-100 стратегическим самолетом и не пойдут под этим предлогом на соглашение по ОСВ. В 1974 г. была свернута подготовка производства в Казани, в 1975 г. первый опытный экземпляр, совершивший к тому времени 10 полетов, перегнали на вечную стоянку в Монино, еще один самолет передали в МАИ в качестве наглядного пособия для студентов, третью машину просто порезали на металлолом.

### Литература.

1. Даффи, П. Андрей Туполев: человек и его самолеты / П. Даффи. — М., 1996.
2. Ильин, В. Бомбардировщики / В. Ильин. — М., 1997.
3. История конструкций самолетов в СССР. 1950–1965 гг. — М., 2002.
4. Кербер, Л.Л. Туполев / Л.Л. Кербер. — СПб, 1999.
5. Кузьмина, Л.М. Генеральный конструктор / Л.М. Кузьмина. — М., 1985.
6. Пономарев, А.Н. Советские авиационные конструкторы / А.Н. Пономарев. — М., 1990.
7. Реактивные самолеты вооруженных сил СССР и России. — М., 2005.
8. Саукке, М.Б. Неизвестный Туполев / М.Б. Саукке. — М., 2006.
9. Шавров, В.Б. История конструкций самолетов в СССР. 1938–1950 гг. / В.Б. Шавров. — М., 1988.
10. Цихош, Э. Сверхзвуковые самолеты / Э. Цихош. — М., 1983.
11. Якубович, Н.В. Туполев Ту-16: дальний бомбардировщик и ракетноносец / Н.В. Якубович. — М., 1999.
12. История авиации. — № 1/2001.
13. Крылья Родины. — №№ 2/1991, 2/1992.
14. Flieger Revue. — № 9/1990.

## МИНСК ГЛАЗАМИ ОЧЕВИДЦА

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

*(Продолжение. Начало см. в № 45, 46, 49)*

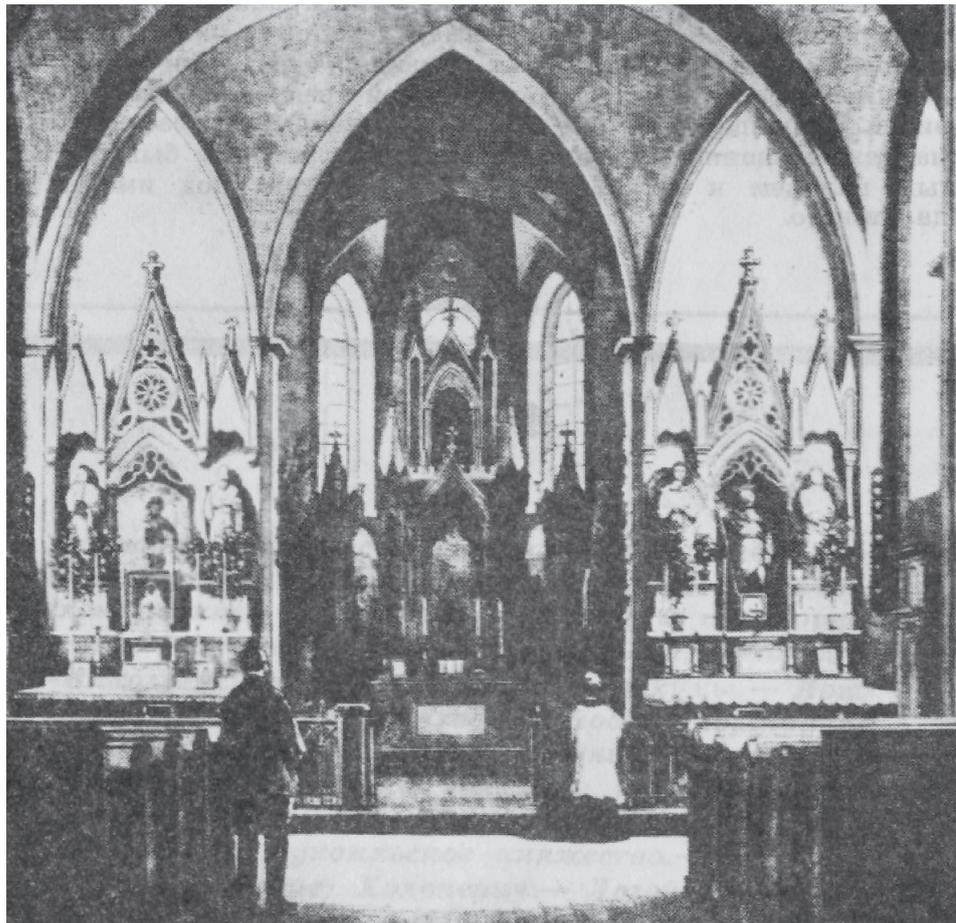
В дополнение к описанию Нового места считаю нужным поговорить о городском, или, как некоторые минчане называют его, губернаторском саду. Началом своим этот сад обязан некогда бывшему, именно в самом конце прошедшего столетия и в начале настоящего, минскому гражданскому губернатору Карнееву, в честь которого и воспоминание его заслуг в том месте сада, где, говорят, он сам посадил первое деревце, поставлен памятник — конусообразная колонна с (латинской) надписью: «Сад этот насажен и разведен усердием и старанием минского губернатора Карнеева». Место для сада избрано самое видное, на берегу реки Свислочи, на горе. Начиная с мая, сад наполняется ежегодно чуть ли не целым городом: по вечерам в нем играет музыка, по высокаторжественным дням бывает иллюминация и кое-когда фейерверки. Перед садом березовая роща, отделенная от центра Свислочью, опоясывающей собой остальное пространство сада, и при соединении с небольшим протоком с левой стороны образующая довольно красивый полуостров. Березовая роща до того густа, что сквозь чащу своей зелени почти никогда не пропускает солнечных лучей. Она вся испещрена тропинками, дорожками и аллеями, примыкающими к Свислочи, на берегах которой с правой стороны стоит домик, построенный А.В. Семеновым, где он жил летом; возле этого домика небольшая искусственная горка, называемая неизвестно почему Устиньей, соединенная посредством небольшого мостика на маленькой канавке с курганом, изрезанным спиральными дорожками, окаймленными цветами. Налево от канавки бьет небольшой ключ (криница) с железными водами, обнесенный круглым колодцем. За мостиком несколько маленьких палисадников, за которыми уже перекинут через Свислочь довольно красивый понтонный мост со

скамейками. За мостом глазам вашим представляется ряд нескольких дорожек и аллей, ведущих по разным направлениям через мостики то в ореховую, то в липовую, то в тополевою, то в еловую или каштановую аллею. Самый лучший вид аллей и рощ открывается прямо с моста, и особенно по правую сторону его. Прямо идет очень широкая аллея, осененная с обеих сторон тенистыми вязами, липами, кленами, каштанами, и упирается в заднюю ограду сада: на углу аллеи устроены деревянные подмости для музыкантов. Направо от нее полукругом тянется тенистая, темная, большая аллея из вечнозеленых елей — аллея, омываемая водами Свислочи и обхватывающая сад по течению реки чуть ли не до самого конца его. Левее от еловой аллеи роскошная молодая тополевая рощица, в глубине которой находится деревянный павильон. Близ павильона течет небольшой проток Свислочи, посреди которого изпод корня ольхового дерева пробивается чистый, как хрусталь, источник с серными водами, доставившими не одному золотушному значительное облегчение. Многие из местных жителей и даже приезжих ходят сюда по утрам и натошак пьют по несколько стаканов воды; вода эта имеет свойство слабительное, но не расслабляющее; сырая отдает сильным запахом серы, а кипяченая очень пригодна для чая. Жаль только, что источник не имеет приличной ограды.

Из окрестностей Минска замечательны Комаровка своими горами, густым сосновым лесом и швейцарскими домиками и маслобойнями; Золотая Горка, славящаяся ягодными полями и гуляньями на них в известные эпохи года; возле Горки кладбище с часовней во имя святого Роха; пустыня, красивый хутор, окруженный сосняком и березовыми лесами, славящийся своим чистеньким прудиком, садом и домиками из мяг-

кой глины с примесью вереса, построенными по плану самого владельца хутора, архиепископа Антония, бывшего минского преосвященного, известного любителя агрономии и естественных наук, который живет в Пустыне. При Пустыне основана тем же архиепископом церковь во имя святого Антония. Морховская Долина и ферма близ Переспы на берегу озера. Кальвария, собственно римско-католическое кладбище с каменным костелом; вокруг нее ореховый лес, богатый грибами и разными ягодами. Медвежина — хутор, красующийся гористыми полями, меж которых замечательны две глубокие долины, разделенные чистыми ручьями и испещренные цветистыми травами, доставляющими хорошее луговое сено. Лахмановка, известная гостиницей, которую обыкновенно посещают ради свежего молока и сливок, получаемых из соседнего застенка. Кистеровка (или просто Кистер) и Серебринские Мельницы, особенно посещаемые средним классом минского народонаселения. Наконец, Неморшанская и особенно огромная Ляховская рощи, славящиеся своими маевками (майскими гуляньями).

Говоря об окрестностях, нельзя не сказать о двух древних местечках (а вернее, селах) близ Минска: Кривичах, так ясно напоминающих одним уже своим названием землю кривичей, предков минчан, и особенно Городище, свидетельствующем о бывшем некогда на этом месте городке или, по крайней мере, древнем замке.



*Внутренность каплицы на Золотой Горке в Минске. 1868 год*

Что Городище это было когда-нибудь городом или замком, доказательством служат древние монеты и железные орудия, находимые часто в этом местечке внутри так называемого копища — каменной горы в виде огромного кургана или окопа, а может быть, остатков городских укреплений или кривичской могильницы. Замечательно также название холма, лежащего рядом с копищем, известного под именем Подгородца. Очевидно, что все эти названия дают право считать Городище древней селитбой предков минского народа — кривичей. Городище — имение господина Пищалы, того самого, которому принадлежит здание минской тюрьмы, или острога, бывшее некогда жилым палацем и даже теперь еще известное под именем замка Пищаловского.

## ТРАГЕДИЯ В ЯПОНИИ

Минчане приносят цветы, свечи и бумажных журавликов в Сендайский сквер, названный в честь японского города — побратима Минска. Сендай сильно пострадал от недавнего землетрясения и цунами.

