

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ межотраслевой научно-популярный и производственно-практический ЖУРНАЛ

ИНЖЕНЕР- МЕХАНИК



2006

№ 4 (29)

октябрь-декабрь

2005

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

75 лет





А.И. Гордиенко
академик НАН Беларуси

НАУКА — ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЯМ РЕСПУБЛИКИ



С.А. Астанчик
академик НАН Беларуси

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

Учёные института внесли большой вклад в разработку ряда фундаментальных и прикладных проблем пластического формообразования, научных основ теории литейных и термодинамики обратимых и необратимых процессов, теории, общей структуры и классификации процессов формообразования, научных основ технологий синтеза высококачественных диэлектриков, методов их контроля, создания композиционных материалов.

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

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

Достижения ученых института обобщены в многочисленных научных работах и фундаментальных монографиях, отмечены Государственной премией СССР и 9 Государственными премиями БССР в области науки и техники, дипломами и медалями международных ярмарок и выставок, ВДНХ СССР и ВДНХ БССР.

В институте сформировались широко известные в Беларуси и в странах ближнего и дальнего зарубежья научные школы, сложились и активно

работают творческие коллективы учёных, известных специалистов в области материаловедения и обработки материалов.

В этой статье рассмотрены наиболее ценные разработки, созданные в последние десятилетия коллективом физтеховцев в области высоких технологий, доведенные до серийного производства, имеющие патентную защиту и конкурентоспособные на международном рынке, которые способствовали качественным прорывным изменениям в области высоких технологий, и которыми может гордиться коллектив института накануне своего 75-летия.

Итак:

1. Технология и оборудование для изготовления упругих элементов автомобильной подвески.

Нельзя не признать, что в современном мире, несмотря на широкое использование железнодорожного, авиационного и морского транспорта, основным средством передвижения пассажиров и перемещения грузов остается автомобиль. Оптимальный путь увеличения объема производства и повышения качества выпускаемой продукции при ограниченных природных ресурсах – разработка новейших технологий, позволяющих максимально повысить ресурс машин, узлов и агрегатов при минимальной их металлоемкости.

Широкие возможности в этом отношении имеет периодическая прокатка, которая позволяет максимально приблизить размеры и форму заготовки к геометрическим параметрам самого изделия. При этом значительно повышается коэффициент использования материала, снижается себестоимость выпускаемой продукции, увеличивается производительность, сокращается количество кузнечно-штамповочного оборудования и технологической оснастки.

Достаточно ощутимыми оказались достижения периодической прокатки в рессорном производстве, а точнее при изготовлении малолистовых рессор, широко применяемых в последнее время в различных транспортных средствах. Достаточно сказать, что практически все автомобильные

заводы США, Англии, Франции, Германии, Японии и других развитых стран применяют рессорную подвеску, изготовленную из листов переменной толщины. Это позволяет снизить массу каждой рессоры в среднем на 30%, а долговечность повысить в среднем более чем 1,5 раза по сравнению с вариантом многолистовой рессоры.

Одним из основных способов получения полос с переменным по длине профилем, нашедшим широкое промышленное применение, является прокатка полосы в приводных валках постоянно-го диаметра с изменяющимся в процессе деформирования межвалковым зазором. Именно этот принцип заложен в технологии и оборудовании известной немецкой фирмы «Daniel Heuzer», который используют в настоящее время практически все мировые производители малолистовых рессор. Эта технология, хотя и позволяет получать заготовки малолистовых рессор достаточно высокого качества, не может быть повсеместно использована ввиду очень высокой стоимости оборудования и лицензии. Причем, высокая стоимость оборудования «Daniel Heuzer» вызвана не только тем, что фирма является естественным монополистом в данной области, но и объективно высокой его себестоимостью связанной с большой сложностью и металлоемкостью.

В научно-исследовательских лабораториях обработки материалов давлением ФТИ и БНТУ совместно со специалистами Минского автомобильного завода был разработан принципиально новый способ формообразования заготовок малолистовых рессор (рис 1), в соответствии с которым нагретую заготовку 2 центральной частью прижимают к торцу профилированной с двух сторон оправки 3 и с помощью направляющих роликов, при поступательном перемещении оправки, симметрично изгибают до полного прилегания заготовки к поверхности оправки, после чего производится прокатка в неприводных валках 1 с фиксированным межвалковым зазором.

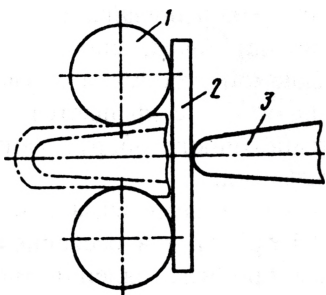


Рис. 1. Схема прокатки параболических заготовок малолистовых рессор на профильной оправке

По окончании процесса прокатки заготовку снимают с оправки и разгибают для обеспечения прямолинейности. При движении оправки в направлении прокатки происходит непрерывное возрастание обжатия валками заготовки и формирование окончательного (параболического) профиля, определяемого геометрией продольного контура оправки, диаметром валков и их межосевыми расстояниями.

Поскольку валки являются неприводными, то заготовка в процессе обжатия постоянно прижата к торцу оправки, что исключает смещение заготовки относительно профилированных рабочих поверхностей оправки в направлении перемещения оправки. За счет этого устраняется явление опережения (чего трудно добиться при обычной прокатке в приводных валках), повышается точность получаемого профиля полосовых заготовок.

Способ изготовления полос с переменным по длине профилем и оборудование для его осуществления защищены 10 авторскими свидетельствами бывшего СССР, патентами Республики Беларусь, Великобритании США и Германии.

Промышленное освоение данного способа осуществлено совместными усилиями сотрудников ФТИ, БНТУ и МАЗа. Создана полуавтоматическая линия для получения заготовок малолистовых рессор большегрузных автомобилей МАЗ и прокатная установка для получения заготовок малолистовых рессор легковых автомобилей и прицепов к ним. Весь комплекс оборудования изготовлен отделом станкостроения и кузнечно-штамповочным производством Минского автозавода. В настоящее время на Минском рессорном заводе функционирует полуавтоматическая линия (рис. 2.), полностью обеспечивающая потребность Минского автозавода в малолистовых рессорах для автомобилей и полуприцепов.

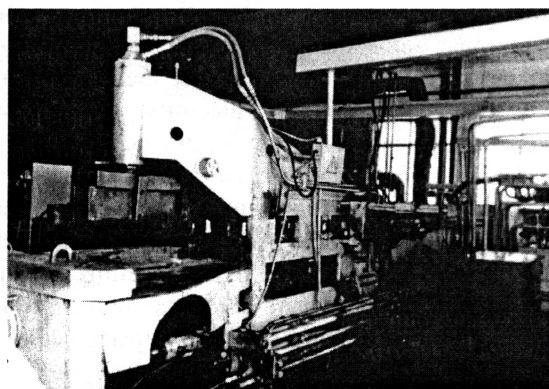


Рис. 2. Полуавтоматическая линия для прокатки малолистовых рессор

Несмотря на промышленное освоение новой технологии, постоянно ведутся работы по усовершенствованию способа и технологии прокатки заготовок и дальнейшему освоению новых типов малолистовых рессор. На сегодняшний день освоены и успешно прошли стендовые и ходовые испытания передние и задние малолистовые рессоры автомобилей семейства МАЗ, рессоры для микроавтобусов и грузовиков малой грузоподъемности «Газель», «РАФ», «Люблин», прицепов к легковым автомобилям «Зубренок». В рамках международного сотрудничества, разработаны технологии получения упругих элементов подвески для грузовых автомобилей «Стар» и «Мерседес».

Многие зарубежные фирмы проявили большой интерес к данной технологии. Американская фирма «Итон Корпорэйшн» (Детройт) приобрела лицензию на производство заготовок малолистовых рессор. Интерес американских автопроизводителей к разработкам белорусских ученых показателен хотя бы тем, что имея в своем распоряжении семь установок «Daniel Heuser», крупнейший производитель рессор на американском континенте фирма «Eaton» делает все возможное для внедрения на своих заводах новейших технологий. На одном из дочерних предприятий этой фирмы (г. Чадем, Канада) под руководством и непосредственном участии сотрудников ФТИ, БНТУ и МАЗа спроектирована, изготовлена и запущена в производство автоматическая линия по изготовлению заготовок малолистовых рессор по данной технологии. Производительность этой автоматической линии достигает двух тысяч заготовок за смену. Планируется расширение ассортимента рессор, изготавливаемых по разработанной технологии.

2. Развитие поперечно-клиновой прокатки

Фундаментальные исследования и прикладные разработки в области поперечно-клиновой прокатки (ПКП) на протяжении ряда лет выполняются в научных центрах Беларуси, России, Германии, Чехии, Китая. Белорусская школа поперечно-клиновой прокатки, центром которой является Физико-технический институт НАН Беларуси, занимает одно из лидирующих мест в мире. Здесь выполнены разработки, защищенные более 100 авторскими свидетельствами и патентами Беларуси и промышленно развитых стран, что составляет приблизительно 30 % патентов по клиновой прокатке зарегистрированных в мире в данный момент. Станки ФТИ тиражируются серийно Пинским заводом «Кузлитмаш».

Учениками ФТИ НАН Беларуси созданы фирмы ЗАО «Белтехнология» — директор Садко В.И., СП

ООО «АМТ инженеринг» — директор Рудович А.О.; научно-исследовательская лаборатория в БНТУ — заведующий Клушин В.А. Разработки Белорусской школы ПКП успешно используется на промышленных предприятиях России, Украины, США, Испании, Польши, Болгарии, Чехии, Турции.

На 20 заводах Республики Беларусь работает более 40 автоматизированных комплексов поперечно-клиновой прокатки (рис. 3.). По оснащенности станками ПКП и по количеству ученых и специалистов в этой области Белоруссия, несомненно, занимает важнейшее место в мире. Это стало возможным благодаря тому, что ФТИ НАН Б на протяжении более 30 лет на высоком уровне разрабатываются теоретические и технологические основы ПКП. Здесь создана классическая теория поперечно-клиновой прокатки. Исследовано напряженно-деформированное состояние металла в очаге деформации при ПКП, условия устойчивого протекания процесса, впервые математически обосновано явление вскрытия осевой полости так называемого эффекта Манесмана, получены математические модели, прогнозирующие качество прокатываемых изделий, в первую очередь, их точность.



Рис. 3. Стан горячей клиновой прокатки (ЗАО «Белтехнология»)

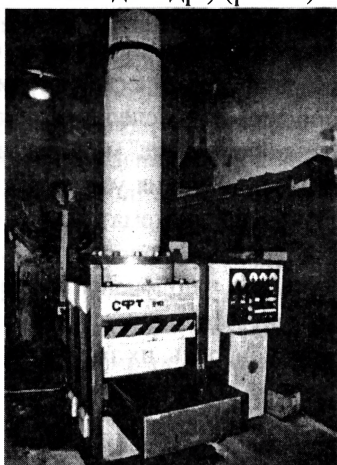
3. Технологические процессы и установки импульсной и магнито-импульсной штамповки тонколистовых металлических материалов, позволяющие снизить затраты на штамповую оснастку до 10 раз, энергопотребление — до 3 раз, сократить сроки подготовки производства — до 5 раз.

Конструкция прессов, его отдельные узлы и технологические схемы штамповки защищены многочисленными авторскими свидетельствами на изобретения (более 40 изобретений). Основные из них запатентованы в наиболее развитых странах (США, Германия, Япония, Франция), всего 20 патентов, Госпремия РБ.

По решению межведомственной комиссии разработки переданы ПО «Кузлитмаш» г. Пинск для серийного изготовления. Всего изготовлено свыше 150 шт. прессов мод. Т1324 и ТА 1324. География поставок прессов от Красноярска, Ташкента — до Бреста.

Несколько экземпляров прессов по контрактам проданы в зарубежные страны (фирма «Профило» Швеция; «Фротелли Ракета» Италия; «Закк и Кисельбах» Германия; Монетный двор Венгрия).

Магнито-импульсные прессы внедрены на Минском заводе колесных тягачей, Минском авиаремонтном заводе и др.) (рис. 4).



а



б

Рис. 4. Пресс импульсной листовой штамповки (а) и образцы деталей (б)

4. Технологии и лазерные технологические комплексы, на базе которых организованы участки лазерной резки на МАЗе (рис. 5), заводе им. Козлова, МоАЗе и др. Экономия валютных средств на каждом комплексе за счет меньшей стоимости по сравнению с зарубежными аналогами не менее 250-400 тыс. долл. США.

Совместными усилиями за последние 5 лет соз-

даны 9 участков, из них 6 — в РБ (МЭТЗ им. Козлова, МАЗ, МоАЗ, Стенлиполабразив, 2 — в ФТИ НАН Б, 2 — в Российской Федерации (НЛМК г. Липецк, з-д «Гидромонтаж» г. Селятино Московской области), 1 — в Украине (Киевский картонно-бумажный комбинат).

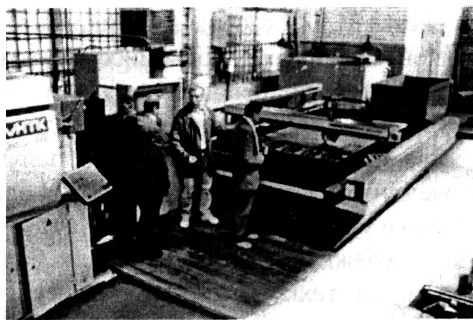


Рис. 5. Участок лазерной резки на МАЗе и технология вырезки панелей

5. Электроэрозионные и электроннолучевые технологии

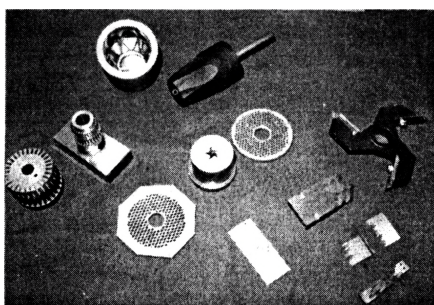
В ФТИ НАН Б сформировано направление в области технологии изготовления сопрягаемых деталей разделительных штампов и технологий изготовления закрытых и открытых полостей прессформ для литья под давлением и изготовления фасонного инструмента в деревообработке, мебельной промышленности и переработке пищевого сырья. Для реализации технологии разработано специализированное оборудование (70 единиц), которым были оснащены участки предприятий ВПО «Союзавтоэлектроприбор» (Москвы, Куйбышева, Борисова, Рубцовска, Ржева, Харькова и др.), а также предприятий других отраслей (Прокопьевского электротехнического, Челябинского приборостроительного, Мукачприбора, ЗИП Гомель, Амурского «Паруса»). На ряде предприятий организованы, на других расширены и модернизированы участки электроэрозионной обработки. В институте по этому направлению прошли подготовку десятки специалистов различных предприятий и учебных учреждений,

подготовленные специалисты работают на предприятиях Минска (Мотовелозавод, «Атлант», Авиаремонтный и др.), Борисова (БАТЭ), Молодечно и др., а также за рубежом. Использование разработанных технологий позволило повысить стойкость от 1,5 до 3 раз за счёт получения равномерного зазора по контуру и упрочнения поверхности. Полученный экономический эффект составил порядка 825 тыс. у.е. Разработка защищена более чем 20 а.с. и патентами, удостоена Госпремии республики.

Создан участок электроннолучевой сварки, поставляющий детали и узлы Минскому заводу шестерен (5000 изделий в год) — первичные валы коробки передач, ведущих мостов, зубчатые колеса дорожных машин (завод «Агрегат», ОАО «Амкадор») — более 2500 узлов, Гомельский станкостроительный завод - муфты, блоки шестерен - более 1000 узлов (рис. 6).



а



б

Рис. 6. Участок электронно-лучевой сварки (а), и возможности электроэрозионных технологий (б)

6. Подшипники скольжения на основе сплавов алюминий – графит, получаемых из отходов алюминиевых сплавов для ПО «Минский мотор-

ный завод», что позволило экономить свыше 500 тыс. у.е. и поставить их на сборку двигателей Д-243ММЗ (рис. 7). Диплом международной выставки «Гений 96» за патент РБ.

7. Технологии изготовления и регенерации катодов-мишеней для металлизации пластин интегральных микросхем с использованием отходов отработанных катодов-мишеней из высокочистых металлов (партии катодов-мишеней на основе высокочистого алюминия (с 1997 г.), платины (с 2000 г.) поставляются НПО «Интеграл», из сплава никель-ванадий УП Завод «Транзистор» (с 1999 г.), из высокочистой меди НПК «Сигнал» (с 2000 г.), что позволило практически исключить импортные закупки и сэкономить предприятиям около 100 тыс. долларов США).

Созданные технологии позволили получить лицензию и организовать единственное в Республике производство по металлургической переработке лома драгоценных металлов и сплавов и получению полуфабрикатов и изделий.

Многие предприятия республики, ранее отправлявшие пришедшую в негодность платиновую лабораторную посуду и спецоборудование для реставрации в Екатеринбург, размещают заказы на выполнение аналогичных работ в ФТИ НАНБ. Это предприятия строительной индустрии («Красносельскцемент», «Кричевцементошифер», «Волковыскцементошифер»), стекольной промышленности (Борисовский хрустальный завод, Гродненский стеклозавод), ПО «Белгеология», Белорусский металлургический завод (г. Жлобин).

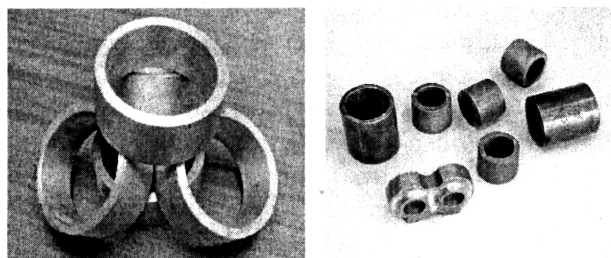
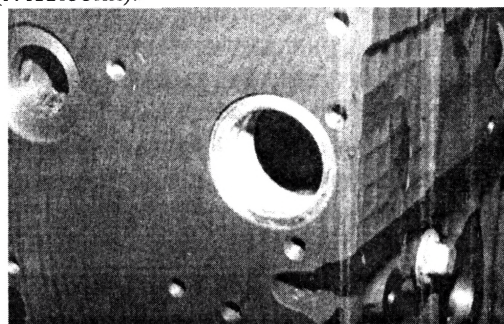


Рис. 7. Подшипники скольжения (патент РБ) для двигателей Д-243 Минского моторного завода

Многолетнее сотрудничество существует с Полоцким ПО «Стекловолокно» по переработке платино-родиевого лома и изготовлению из него пластин для плавильных аппаратов.

Институтом изготовлено более 300 кг пластин из сплавов серебра и золота для изготовления государственных наград Республики Беларусь.

НПО «Интеграл» изготовлена сложнопрофильная 5-килограммовая мишень из платины, используемая для напыления интегральных микросхем специзделий. За счет отказа от импорта из Германии экономия валюты для НПО «Интеграл» составила 85000 DM.

8. Физико-технический институт постановлением комитета «Проматомнадзор» МЧС РБ определен головной организацией Республики Беларусь по магистральным газо-, нефте- продуктопроводам. За период сотрудничества (с 1996 г.) институтом выполнена комплексная диагностика остаточного ресурса металла трубы и оборудования 22 газораспределительных станций. Выполнено обследование магистральных газопроводов и газопроводотводов с длительным сроком эксплуатации более 35 лет:

- Дашава - Минск;
- Ивацевичи - Слоним - Вильнюс;
- Щорс - Гомель и др.

Согласно научно-техническим заключениям ФТИ газопроводы Дашава - Минск (1960 г.), Ивацевичи - Слоним - Вильнюс (1962 г.), Щорс - Гомель (1961 г.) переведены во второй класс с рабочим давлением 25 кгс/см², остальные газопроводы работают на проектных давлениях.

Эффективность прикладных задач, решаемых ФТИ для ГП «Белтрансгаз», за последние 5 лет составила более 480 тыс. долларов США.

9. По постановлению Совета Министров №1659 от 29 октября 1998 г. институт определен головной организацией и осуществляет рекуперацию алмазов из изношенного инструмента, переработку и извлечение разноразмерного алмазного сырья.

Ранее операция рекуперации осуществлялась в РФ. Из РБ уходило около 20-60 тыс. карат природных алмазов и 8-10 тыс. высококачественных синтетических алмазов.

За 1996-2000 гг. в рамках ГНТП «Алмазы» в ФТИ НАНБ разработано более 10 технологических процессов изготовления алмазного инструмента.

Технологические процессы и оснастка внедрены на ПО «Кристалл» г. Гомель (рис. 8). За 1996-2000 гг. по разработанным технологиям на ПО «Кристалл» выпущено более 32000 алмазных

кругов на 2 млн. карат) стоимостью более 680000 долларов США. Объем импортозамещения составил более 0,5 млн. долларов США.

На опытных участках ФТИ освоено производство 9 типоразмеров алмазных кругов, в т.ч. 3-х типоразмеров нестандартных форм для заточки фасонного деревообрабатывающего инструмента на полуавтоматах «Wolmer» и «Randomat».

Из отработанного алмазного инструмента рекуперируется более 100 тыс. карат синтетического алмазного порошка и более 10 тыс. карат природного алмаза.



а



б

Рис. 8. Цех алмазного инструмента на Гомельском ПО «Кристалл» (а), участок алмазного инструмента ФТИ НАН Беларуси (б)

Следует особо подчеркнуть, что по Физико-техническому институту НАН Беларуси доля базового бюджетного финансирования на фундаментальные исследования в среднем за последние 5-6 лет не превышает 25% от общего объема финансирования института. Это плохо, но сегодняшняя экономическая ситуация заставляет работать и в таких условиях.

Многие разрабатываемые институтом технологические процессы и оборудование, в частности, предназначенные для серийного производства, целесообразно было бы реализовывать не на предприятиях, а непосредственно в институте, однако, для расширения собственного производства институт не располагает оснащённым современным оборудованием базой, достаточным количеством высококвалифицированных конструкторов, технологов и рабочих. Этому в значительной степени способствовала бы организация на базе института технопарка с предоставлением ему ряда льгот: снижение налогов и таможенных пошлин, доступ к кредитам, снятие ограничений на совместительство научной и производственной деятельности и уровень заработной платы.

Непосредственно в институте создан ряд участков по производству десятков наименований деталей, изделий, материалов и оборудования по разработанным институтом технологиям. В их

числе: лазерно-технологические комплексы, лигатура для подшипников скольжения, шаровые пальцы для автомобиля «Жигули», бронезилеты, наконечники к отбойным молоткам, путевые шурупы, комплекты плоско-прокатного инструмента, поковки деталей эндопротезов и др.

Изготовление и поставка продукции осуществляется по хоздоговорам с предприятиями республики, что позволяет последним экономить значительную часть валюты за счет сокращения закупок по импорту.

Исторически сложилось, что институт использует лабораторную, технологическую, испытательную и производственные базы предприятий Республики, таких как МАЗ, МТЗ, Интеграл, КЗТШ, ММЗ (Минский моторный завод) и ряда других. При всей негативности отдельных моментов это позволяет при слабой базе института работать на конечный результат, это ускоряет обкатку разработки и непосредственно вклинивает их в технологическую цепочку производства и даже на конвейер.

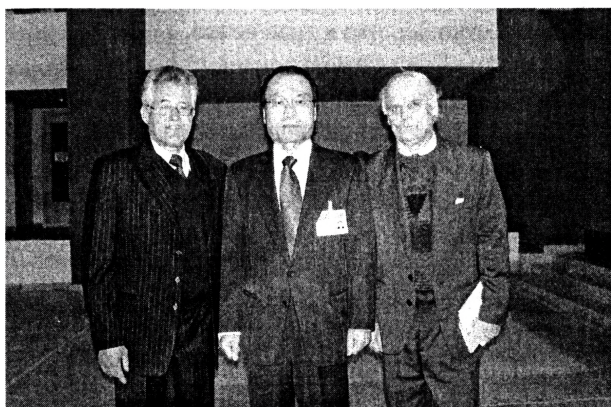
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ ФТИ НАН БЕЛАРУСИ

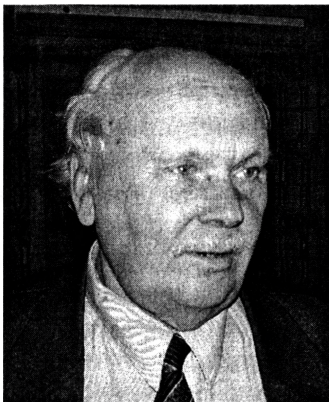
16 декабря 2005 г. в ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси» состоялся прием делегации научных и промышленных кругов Республики Корея. В состав делегации входили:

г-н Li Jong Ghun — начальник отдела министерства торговли, промышленности и энергетики; **г-н Kin Dong Chul** — президент Корейского промышленного агентства материалов и компонентов; **г-н Kim Kang Ho** — начальник Корейского промышленного агентства материалов и компонентов; **г-н Her Kwon Se** — президент компании «Sun Steel Ltd.»; **г-н Kim Young Ho** — исследователь компании «Sun Steel Ltd.»; **г-н Lee Young Ki** — президент компании «Hydra-Matics Ltd.»; **г-н Lee Jun Woo** — президент компании «Dae-Ki Ltd.»; **г-н Lee Jong Hyung** — президент компании «Hyundai Titanium Co., Ltd.»; **г-н Lee Jong Hoon** — главный исследователь Корейского института машин и материалов; **г-н Kim Young Gyu** — главный исследователь Корейского института КИТЕСН; **г-н Lee Sang Mok** — директор Корейско-евразийского центра по сотрудничеству и др. лица.

На встрече с корейской делегацией были представлены презентации разработок Физико-технического института (директор, академик Гордиенко А.И.) и НИЦ «Плазмотег» (директор центра, член-корр. Точицкий Э.И.). Отделом технологической деформируемости ГНУ «ФТИ НАН Беларуси» была продемонстрирована работа стана поперечно-клиновой прокатки (зав. отделом, к.т.н. Шукин В.Я.).

В процессе переговоров по технологии поперечно-клиновой прокатки, оборудованию и инструменту между ГНУ «ФТИ НАН Беларуси» и корейским институтом «КИТЕСН» был подписан контракт на сумму 40 000 \$USD.





МИЦКЕВИЧ Михаил Константинович

31 января 2006 года исполняется 80 лет известному специалисту в области электрофизических методов обработки металлов, доктору технических наук, Лауреату Государственной премии БССР Мицкевичу Михаилу Константиновичу. С его именем связано становление и развитие электроэрозионной обработки в Белоруссии и бывшем СССР.

Михаил Константинович родился 31 января 1926 года в г. Минске. 13 июня 1941 г. был эвакуирован в Москву, а затем в Ташкент, где в 1943 году окончил среднюю школу и поступил в Воронежский авиационный институт. В этом же году был переведен в Москву, в Московский авиационный институт. В 1947 г. перевелся в Белорусский политехнический институт, который закончил в 1949 по специальности «Технология машиностроения» и по распределению был направлен на работу в Физико-технический институт академии наук БССР, где работал в должности младшего научного сотрудника (1949-1961), главного инженера (1961-1968), и.о. заведующего лабораторией электрофизики (1968-1969), а с 1969 г. — заведующим этой лабораторией. В 1969 году защитил кандидатскую диссертацию, а в 1985 — докторскую.

В 1980 году за разработки в области технологии и оборудования электроэрозионной обработки был удостоен звания Лауреата Государственной премии БССР, награжден орденом «Знак Почета» (1986), медалью «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», почетной грамотой Верховного Совета БССР. Он также награжден серебряной и золотой медалями ВДНХ СССР.

М.К. Мицкевич мастер спорта СССР, участник 2-х спартакиад народов СССР.

Выступал с докладами на международных конференциях в Австрии (1970) и Румынии (1971).

Более полувека своей жизни Михаил Константинович отдал Физико-техническому институту. Им подготовлено 5 кандидатов наук, опубликовано

более 180 научных работ, в том числе 1 монография, 5 брошюр, имеет 30 авторских свидетельств.

Обаяние, мудрость, спокойствие, рассудительность, глубокое знание жизни, искусства, литературы, умение вести беседу и заинтересовать собеседника всегда привлекали и привлекают к нему людей и в рабочей и в нерабочей обстановке. Благодаря этим чертам характера он является всеобщим любимцем коллектива Физико-технического института и Отделения физико-технических наук Национальной академии Беларуси.

Крепкого здоровья, оптимизма и мужества желаем Вам, дорогой Михаил Константинович, ученый — интеллигент Беларуси.

Редколлегия журнала

К.М. Мицкевичу

Когда давно зимой двадцать шестого
Раба Михаила Бог лепил из груди,
Не всем хватало и огня простого —
Не то что электрического чуда.

Но все ж из стратегических резервов
Достал Всевышний где-то искру Божью,
Вдохнул ее в физическое тело,
И дух в том теле интеллектом ожил.

Он чувствовал, что в теле четко
Из искры Божьей возгорится пламя —
Электроискровая обработка
Плоды приносит прежде в Божьем храме.

Пускай и дальше в Вашем деле правом
Искрится ярко эта Божья нотка,
И это первородное начало,
И эта искровая обработка.

Ф.И. Федоров, академик



НЕКРАШЕВИЧ Илья Григорьевич

Памяти первого
ученого секретаря ФТИ

Заслуженный деятель науки БССР, профессор Илья Григорьевич Некрашевич родился 2 августа 1905 г. в г. Мозыре в семье рабочих. В 1923 году поступил на физико-математическое отделение педагогического факультета Белорусского государственного университета. После успешного окончания университета в 1928 году был прикреплен к аспирантуре при Московском университете, а в 1930 году приступил к педагогической работе в БГУ в должности ассистента кафедры физики, а затем доцента этой же кафедры.

С 1937 года заведовал кафедрой общей физики, ставшей прародительницей многих кафедр физического и радиофизического факультетов. В процессе роста, развития университета сама кафедра общей физики, руководимая И.Г. Некрашевичем, преобразовывалась в кафедру общей физики и физической электроники, затем экспериментальной физики и физической электроники и, наконец, радиофизики и физической электроники. Наряду с педагогической деятельностью И.Г. Некрашевич активно занимается научными исследованиями. Его первые работы в области радиофизики составили основу кандидатской диссертации, которую он успешно защитил в 1939 году. Война прервала созидательную работу. И самое ценное, чем по мнению Ильи Григорьевича была ампула с радием, он уносит с собою и долгие годы носит на груди, подвергая себя опасности. С первых дней второй мировой войны И.Г. Некрашевич становится членом подпольной организации г. Минска — группы Осиповой Н.Б. Он устраивается на работу на метеостанцию, расположенную на окраине города. Оттуда легче было держать связь с партизанами, передавать гранаты, медикаменты. С 1943 года Илья Григорьевич вместе с супругой Анной Николаевной Шиманович входят в состав второй Минской Краснопартизанской бригады. Супруга, врач по специальности, возглавляет медицинскую группу. За участие в партизанском движении И.Г. Некрашевича награждают медалями «Партизан Великой Отечественной войны 1-ой степени», «За отвагу», «За

победу над Германией» и юбилейными медалями.

После освобождения Минска от немецких захватчиков И.Г. Некрашевич возвращается в университет и продолжает работу в должности заведующего кафедрой общей физики. Кругом — полнейшее разорение, практически пустыня, страшная нехватка подготовленных кадров. И по существу в числе троих — вместе с Ф.И. Федоровым и И.З. Фишером — возрождают учебный процесс на голом месте, готовят почву для развития физической науки в республике. Илья Григорьевич выполняет роль своего рода фильтра, через руки которого должны были пройти все поступившие студенты и он должен был заложить фундамент знаний у будущего физика. Он сам много готовится к лекциям, постоянно обновляя читаемый курс, внимательно следя за всеми новинками в своей области. И экзаменует своих студентов Илья Григорьевич основательно. С раннего утра и до поздней ночи проходит сдача курса, а знать его надо было полностью. И если студент чего-то не усваивал, он его отсаживал, давал книги — разберись и тогда отвечай.

Одновременно с учебным и учебно-организационным процессом Илья Григорьевич проводит значительную научную работу на кафедре и в Физико-техническом институте АН БССР, где он являлся первым ученым секретарем, а затем — заведующим лабораторией электрофизики.



И.Г. Некрашевич (слева) и М.К. Мицкевич в лаборатории Физико-технического института. 1978 г.

Он отбирает наиболее подготовленных, наиболее одаренных студентов, привлекая их к выполнению курсовых и дипломных работ. Знания у поступающих на физфак явно недостаточны и Илья Григорьевич, в условиях острой нехватки учебного оборудования в школах, организовал помощь школам Минска и области в постановке и демонстрации школьных экспериментов по курсу физики.

Серьезное внимание Илья Григорьевич уделяет общественной работе, участвует в выборных профсоюзных органах Университета. На протяжении всей деятельности он выступает как пропагандист и популяризатор новейших достижений в близких ему областях физики и техники, будучи активным членом общества «Знание» и научно-технического общества им. А.С. Попова. С 1961 года им выполняется работа на общественных началах в качестве председателя секции физики научно-технического совета Минвуза республики и в качестве председателя Республиканского межвузовского научно-технического объединения преподавателей вузов республики. Он подготавливает и публикует научно-популярные брошюры, газетные статьи. Расширяется круг его интересов в научной деятельности. Работу на кафедре Илья Григорьевич тесно увязывает с исследованиями, проводимыми в руководимой им лаборатории электрофизики Физико-технического института Академии наук. В 1961 году при кафедре была создана научно-исследовательская лаборатория, вошедшая впоследствии в состав НИИ ПФП при Университете. Широкое развитие получают исследования физических явлений, происходящих при взаимодействии разрядной плазмы с поверхностью твердых тел. Эти явления определяют поведение электрических контактов, интенсивность разрушения электродов при электроэрозионной обработке, высвечивание спектральных линий в атомной спектроскопии, свойства поверхностных слоев металлов и полупроводников при воздействии на них плазмы разряда и др. Научные интересы специалистов, работавших в этих областях, сходятся, несмотря на специфику этих областей. Илья Григорьевич устанавливает личные контакты с представителями многочисленных коллективов этих направлений. Интерес к этой области физики и техники огромен. Это очень четко определилось на Каневской

конференции по контактам и Севастопольской школе, где мне посчастливилось участвовать. К работам И.Г. Некрашевича, проводившимся в Минске, был проявлен огромный интерес. Там же мы познакомились с представителями Новосибирской школы, в частности с Г.А. Месяцем, чл.-корр. Жуковым, а также с В.И. Раховским. Это были ведущие специалисты в нашей области. Находясь в Минске на конференциях по физике плазмы, они неоднократно посещали наш институт. Встречи, контакты с представителями различных школ и направлений способствовали становлению своего направления. В ходе исследований совместно с И.А. Бакуто была обоснована миграционная теория электрической эрозии металлов. Совместно с А.А. Лабудой были предложены и разработаны диагностические методы исследования нестационарных плазменных процессов в контакте плазмы с металлом. Эти работы способствовали развитию нового научного направления на кафедре — плазменных методов обработки и исследование поверхности твердых тел применительно к микроэлектронике. Деловые контакты были установлены с коллективом работников ИТМО, возглавлявшемся О.И. Ясько, в институте физики — с коллективом Л.И. Киселевского. Исследования в данном направлении координировались научно-техническим советом по физике и технике плазмы Академии наук Беларуси, возглавлявшемся чл.-корр. АН БССР Л.И. Киселевским. И.Г. Некрашевич руководил секцией «Взаимодействие плазмы с поверхностью».

И.Г. Некрашевич уделял большое внимание подготовке специалистов высокой квалификации как по линии обучения в университете, так и прохождению аспирантуры, им было подготовлено 16 кандидатов наук, часть из которых стала впоследствии докторами наук.

За многолетнюю и плодотворную научно-педагогическую деятельность И.Г. Некрашевичу было присвоено звание профессора. В 1961 году он был награжден высшим тогда орденом — орденом Ленина и удостоен в 1972 году звания заслуженного деятеля науки республики.

Канд. физ.-мат. наук А.И. Бушия

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПЕРСПЕКТИВНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

В соответствии с планами повышения квалификации производственных и научных кадров предприятий Министерства промышленности Беларуси 23-24 ноября 2005 г. на Минском автомобильном заводе состоялась международная научно-техническая конференция «Технология, оборудование, автоматизация, неразрушающий контроль термических процессов на машиностроительных предприятиях». В ней приняли участие 115 специалистов по разработке, проведению, контролю технологических процессов упрочнения и нанесения защитных покрытий, а также инженерно-технические работники заводских лабораторий, занимающиеся исследованием качества материалов, применяемых в машиностроении.

Конференция по перспективным направлениям процессов термообработки проходит на МАЗе каждые три года, начиная с 1999 г. В 2005 г. на Минский автозавод для участия в ней приехали специалисты из России, Германии, Англии, Эстонии, Литвы, а также представители крупнейших машиностроительных предприятий Беларуси. В работе конференции принял участие и руководил ее работой заведующий отделом металловедения Физико-технического института Национальной академии наук Беларуси академик С.А. Астапчик.

Одной из целей конференции было расширение и укрепление связей разработчиков и производителей современных технологических процессов упрочнения, технологического и лабораторного оборудования со специалистами машиностроительных предприятий, нуждающихся в таких разработках.

Доклады, обсужденные на конференции, по тематике можно разделить на четыре группы: опыт разработки и применения технологических процессов и оборудования термической обработки с применением индукционного нагрева токами высокой частоты, современные достижения в печных видах термической обработки, аспекты неразрушающего контроля качества, подготовки и сертификации персонала на промышленных предприятиях, компьютерное моделирование и управление процессами термической обработки.

По проблемам разработки, изготовления и применения новых видов технологий и оборудования были заслушаны доклады известных специалистов

в этой области. Генеральный директор российско-эстонского объединения по производству электро-термического оборудования «ВНИИТВЧ-ЭСТЭЛ» д - р техн. наук, профессор Демидович В.Б., который является представителем главного разработчика высококачественного оборудования еще с советских времён – Всесоюзного института токов высокой частоты (ВНИИТВЧ), рассказал участникам конференции о современном оборудовании и технологиях индукционного нагрева в металлургии, а также о перспективных путях развития этого прогрессивного направления обработки. Перспективным видам печной обработки, освоенного к производству, посвятил свой доклад генеральный директор завода электротермического оборудования «ДагЗЭТО» (Россия) Шейхмагомедов К.Х. Большой интерес вызвал доклад представителя фирмы «WSD» Сарьяна С.Е., посвященный изготовлению высококачественных крепежных изделий с применением современных формообразующих и термических технологий и агрегатов.

Одним из направлений, обсуждавшихся на конференции, было использование токов высокой частоты (ТВЧ) в технологических процессах обработки машиностроительных предприятий, которые активно применяются на Минском автозаводе. Лаборатория электронагрева РУП «МАЗ», руководимая заместителем начальника управления лабораторных и исследовательских работ (УЛИР) РУП «МАЗ», кандидатом технических наук Михлюком А.И., занимающаяся термообработкой с применением ТВЧ, является ведущей в республике. Сегодня на МАЗе и заводах объединения эксплуатируется около 100 индукционных установок, большинство из которых разработано специалистами лаборатории. Около 20 разработок запатентовано. Об особом интересе к достижениям специалистов МАЗа по созданию и применению новых технологий упрочнения говорит тот факт, что желающих принять участие в экскурсии по ознакомлению с технологиями и оборудованием, применяемыми на заводе, после завершения теоретической части конференции с трудом удалось вместить в большом городском автобусе производства МАЗ.

По вопросам неразрушающего контроля заслушаны доклады председателя Белорусской ассоциации неразрушающего контроля Папоудиной С.А., разработчиков многочисленных приборов неразрушающего контроля — ученых Института прикладной физики НАН Беларуси и Могилевского белорусско-российского университета, а также английской фирмы «Sonatest».

Вопросам компьютерного моделирования процессов термической обработки были посвящены доклады представителя известной немецкой фирмы «ABB Automation» Марко Рише, ученых Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Института тепло- и массообмена НАН Беларуси и Международного государственного экологического университета имени А. Сахарова.

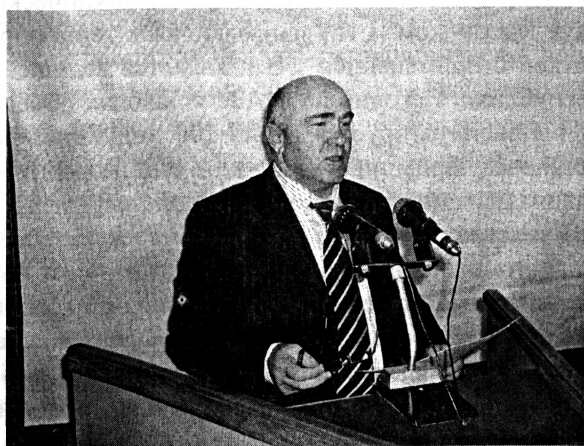
По материалам конференции издан сборник научных трудов «Технология, оборудование, автоматизация, неразрушающий контроль термических процессов на машиностроительных пред-

приятиях», в котором подробно освещены все обсужденные доклады.

Сборник содержит материалы докладов по современным достижениям в области создания технологических процессов и оборудования для упрочнения термической и химико-термической обработкой с применением печного и индукционного нагрева токами высокой частоты деталей на машиностроительных предприятиях. Представлены описания современных приборов неразрушающего контроля химического состава, приведены сведения о структуре, твердости, толщине защитных покрытий, а также даны контактные телефоны разработчиков и изготовителей технологических процессов и оборудования.

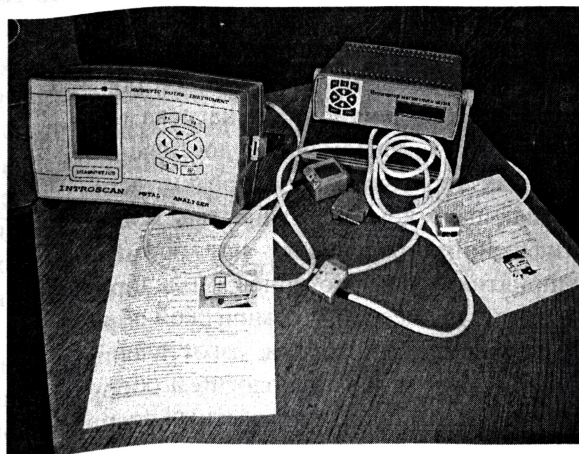
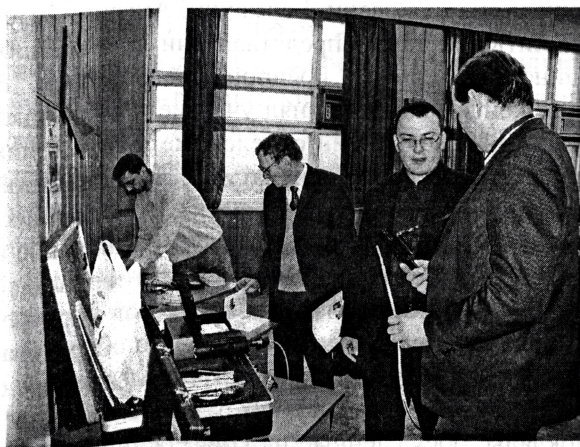
Сборник докладов поступил в научно-техническую библиотеку МАЗ и ведущие научно-технические библиотеки республики Беларусь.

*П.С. Гурченко,
д-р техн. наук, начальник УЛИР РУП «МАЗ»*



О КОНФЕРЕНЦИИ

ФОТОРЕПОРТАЖ



НА ПУТИ К НОВОМУ УРОВНЮ УПРОЧНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

*С.А. Астапчик, академик, зав. отделом «Металловедение»,
Физико-технический институт НАН Беларуси*

Уважаемые участники международной научно-технической конференции «Технологии, оборудование, автоматизация, неразрушающий контроль термических процессов на машиностроительных предприятиях»!

От имени Организационного комитета и Национальной академии наук Республики Беларусь разрешите вас приветствовать и пожелать успехов в обсуждении наиболее актуальных проблем термической обработки машиностроительных изделий.

Сегодня трудно себе представить техническую цепочку любого предприятия машиностроительного профиля без оборудования, технологической оснастки, автоматизации и неразрушающего контроля процессов термического упрочнения, а процессы нагрева под прокатку, формовку, штамповку, гибку, пайку — без токов высокой частоты.

Только на Минском автомобильном заводе индукционный нагрев применяют для термообработки деталей и узлов более 900 наименований. Сегодня МАЗ и МТЗ по уровню разработок и созданию технологий оборудования и оснастки занимают лидирующее положение не только в Беларуси, но и среди предприятий стран СНГ.

Достаточно сказать, что закалка ТВЧ обеспечивает огромную экономию энергоресурсов, повышения качества термообработки и производительности.

Закалке ТВЧ подвергаются зубчатые колеса (ведомые и ведущие), коленчатые и распределительные валы, полуоси, валы стабилизатора, ступицы колесной передачи, направляющие станин станков, длинномерные прутки и трубчатые полуфабрикаты.

Надеемся, что участники конференции обменяются новинками в технических подходах по созданию и применению новых методов и технологических процессов, оборудования термической и химико-термической обработки, приборов контроля и ряду других проблем, сопутствующих обновлению станочного парка, средств автоматизации и контроля процессов термообработки, применения новых материалов.

Необходимо также отметить, что научно-техническая конференция, организованная совместно министерством промышленности, Национальной академией наук Беларуси, Минским автозаводом непосредственно на промышленном предприятии и с участием широкого круга технических специалистов предприятий машиностроения, играет огромную роль в подготовке специалистов нового поколения: технологов, энергетиков, контролеров, которые в тяжелейшие годы реорганизации производства сменяют старшее поколение и поднимут технологию упрочнения и неразрушающего контроля на качественно новый уровень.

ПОВЫШЕНИЕ СВОЙСТВ СТАЛЬНОГО ТРУБНОГО ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПРОКАТА ПУТЕМ ЕГО ТЕРМООБРАБОТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА

*В.А. Гуринович, П.С. Гурченко, д-р техн. наук, А.И. Михлюк, канд. техн. наук
Минский автомобильный завод*

В настоящее время производство автомобильной техники для перевозки пассажиров является перспективным направлением в деятельности Минского автомобильного завода. Повышению технического уровня автобусов и троллейбусов, качеству их изготовления на предприятии постоянно уделяется высокое внимание. Одним из ответственных

узлов автобусов и троллейбусов МАЗ, во многом определяющим долговечность изделия в целом, является его сварной каркас, изготавливаемый из профильных электросварных прямошовных труб, получаемых способом холодной деформации по ГОСТ 13663 – 86. Данные трубы изготавливаются из горячекатаной руллонной полосы стали 20пс по

ГОСТ 1050-88 и поступают на изготовление каркаса в нетермообработанном состоянии.

Микроструктура данного материала характеризуется исходно деформированной мелкой и среднезернистой структурой (зерно от №7 до №9) с наличием структурно свободного цементита 2 – 4 балла по ГОСТ 5640 – 68. Кроме того, степень деформации структуры неравномерна по сечению — наибольшая по месту изгиба и наименьшая по боковой стенке. Сталь с такой структурой обладает повышенной прочностью, но недостаточной пластичностью и склонна к хрупкому разрушению как от ударного механического воздействия, так и от знакопеременных динамических нагрузок в процессе эксплуатации. Для полноценного и эффективного использования данного материала необходимо существенное повышение его пластичности, которое возможно обеспечить термической обработкой. Из опыта исследований во ВНИИТВЧ им Вологодина, (г. С-Петербург) и экспериментальных работ, выполненных на РУП «МАЗ», установлено, что наиболее эффективной термообработкой в данном случае является индукционная, которая позволяет не только повысить пластичность, но и варьировать свойства обрабатываемого материала в широких пределах. Индукционная термообработка заключается в нагреве трубы до температуры 720 – 800 °С при перемещении ее через 2-х – 3-х витковой индуктор с постоянной скоростью. В качестве источника ТВЧ использовали машинный преобразователь частотой 8000 Гц и мощностью 100 кВт. На опытной установке, которая показана на рис.1, выполнена термообработка с применением индукционного нагрева труб в расчете на изготовление каркасов двух автобусов. Температура нагрева составляла 780 – 800 °С. Охлаждение нагретой в индукторе трубы осуществляли до комнатной температуры на спокойном воздухе. На рис 2. показано изменение твердости на стенке трубы и радиусе изгиба до и после термообработки. Как видно на рис. 2, термообработка профильной трубы по такому режиму позволила снизить твердость как в зонах максимальной пластической деформации (в зоне изгиба), так и твердость стенок трубы.

Параметры термообработки: источник ТВЧ — машинный генератор ВПЧ-100/8,0 (мощность — 100кВт, частота — 8000 Гц); потребляемая мощность — от 40 до 70 кВт (в зависимости от профиля трубы); производительность — 0,3 - 0,5 погонных метров в минуту; температура нагрева — 780-820°С; охлаждение — на воздухе; расположение трубы при термообработке — горизонтальное.

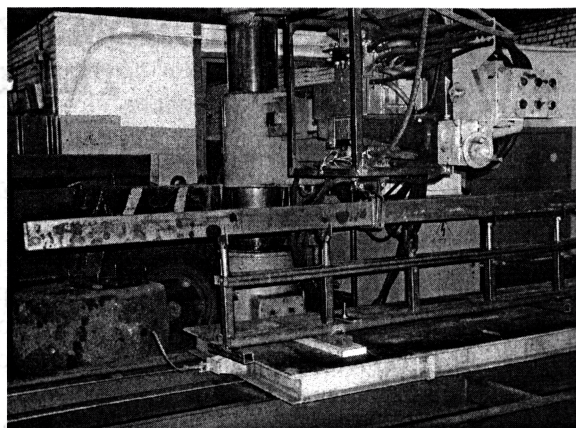


Рис. 1. Индукционная термообработка труб каркасов автобусов

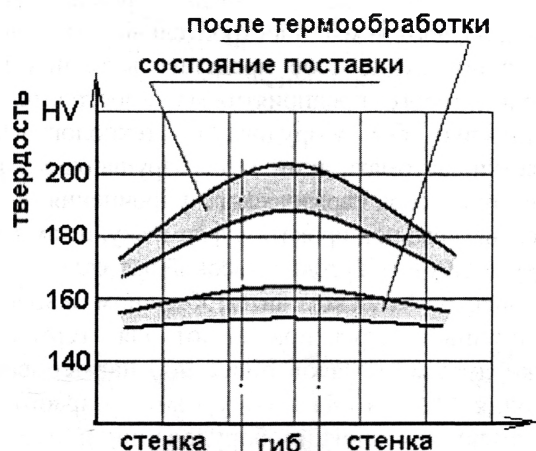


Рис 2. Распределение твердости на трубе до и после термообработки

Вторым положительным эффектом данной термообработки является исправление структуры, заключающееся в устранении структурно свободного цементита. На рис.3. представлена микроструктура (× 1000) прямоугольной трубы размерами 60х40х3 из стали 20пс по ГОСТ 1050-88, которая была подвергнута индукционной термообработке на различную температуру.

Как видно из рис. 3 нагрев до температуры 780-800 °С позволяет устранить структурно-свободный цементит по границам зерен, который способствует хрупкому излому изделий при приложении механических воздействий в процессе изготовления каркасных конструкций и их эксплуатации.

Проведены сравнительные испытания физико-механических свойств труб в стадии поставки и после индукционной термообработки. Испытания проводили на образцах (рис.4) из труб 30×20×2 из стали 20пс. Результаты приведены в табл.1.

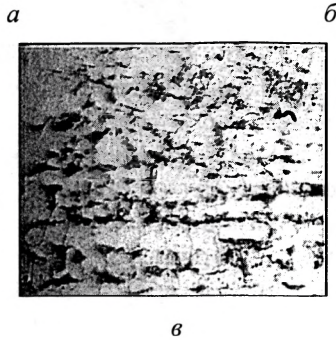
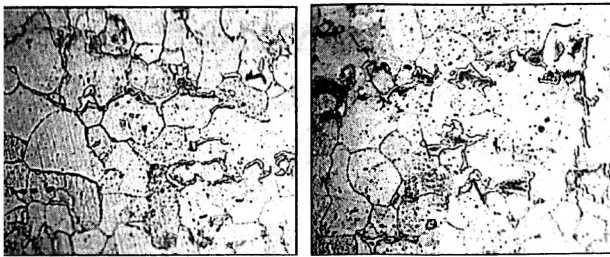


Рис. 3. Структура стали 20пс, формируемая индукционной термообработкой: а — нагрев 650 – 680 °С (феррит, перлит пластинчатый зерно № 8,7 по ГОСТ5639-82, структурно-свободный цементит по границам зерен 3 – 4 балл по ГОСТ 5640-68); б — нагрев 720 – 750 °С, (феррит, перлит пластинчатый зерно № 8,7 по ГОСТ5639-82, структурно-свободный цементит 2 балл по ГОСТ 5640-68); в — нагрев 780 – 800 °С (феррит, перлит пластинчатый, зерно №8,7 по ГОСТ 5639-82, цементит структурно-свободный отсутствует)

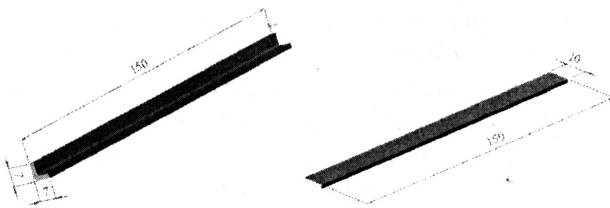


Рис.4. Внешний вид образцов из труб, подвергнутых испытаниям: 1 — образец, вырезанный из зоны изгиба прямоугольной трубы, 2 — образец, вырезанный из боковой стенки трубы

Результаты механических испытаний образцов из труб каркаса автобуса МАЗ

Тип образца	Термо-обработка	Твердость НВ5/750/10	Временное сопротивление, σ _в , МПа	Относительное удлинение δ ₅ , %
1	В состоянии поставки	174	520	23,2
2	В состоянии поставки	169	495	29,2
1	Нагрев ТВЧ	152	400	41,2
2	Нагрев ТВЧ	149	430	39,6

Таблица 1

Кроме того, были проведены сравнительные испытания на растяжение образцов труб в состоянии поставки, и после термообработки. Результаты испытаний представлены в табл. 2. На рис.5 представлен внешний вид труб до и после термообработки, прошедших испытания на растяжение.

Таблица 2

Результаты испытания отрезков труб каркаса автобуса МАЗ на растяжение

Труба	Расчетная длина l ₀ , мм	В состоянии поставки		После ТВЧ	
		σ _в , МПа	δ, %	σ _в , МПа	δ, %
80×40×3 п. 28702	150	424	25	395	35,8
80×40×3 п. 28703	150	420	23,6	400	41,2
40×30×2 п. 47560-1	95	424	23,3	400	38,2
60×40×3 п.39316	80	425	19,5	397	27,7

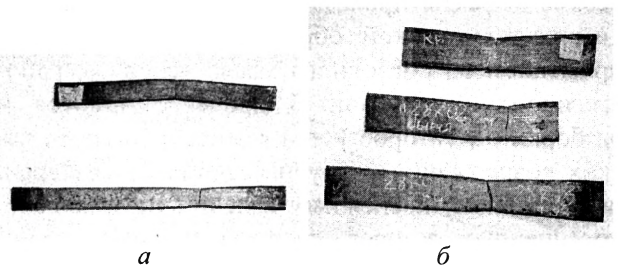


Рис. 5. Внешний вид труб, прошедших испытания на растяжение: сверху — труба в состоянии поставки, внизу — труба после термообработки: а — сечение трубы – 40×30×2 мм, б - 60×40×3 мм

Из анализа представленного материала видно, что термообработка с применением индукционного нагрева обеспечивает увеличение пластичности (относительное удлинение δ, %) в среднем на 42-48%. Прочность при этом практически не изменяется.

Полученные в результате проведенных опытно-исследовательских работ положительные результаты позволили разработать технологию термообработки с применением индукционного нагрева стального трубного прямоугольного проката.

Из труб, прошедших термообработку, были сварены два каркаса и изготовлены автобусы, которые переданы потребителям в РБ для проведения дорожных испытаний.

В настоящее время выполнены проектные работы полуавтоматической индукционной установки для термообработки фасонных труб всей номенклатуры автобусного производства и ведутся работы по изготовлению оборудования.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХТО ШЕСТЕРЕН ВЕДУЩИХ МОСТОВ АВТОТЕХНИКИ МАЗ

П.С. Гурченко, А.Д. Волков
Минский автомобильный завод

В 2005 году имели место случаи преждевременного выхода из строя шестерен главной пары редуктора отдельных ведущих мостов автотехники МАЗ, в связи с чем проведены исследования этих редукторов в процессе их разборки и исследования материала шестерен и качества их упрочнения. В процессе исследований были выдвинуты и подвергнуты проверке следующие предполагаемые причины преждевременного выхода из строя главной пары: нарушения технологии изготовления и сборки редукторов, металлургические дефекты проката, нарушения технологии химико-термической обработки, несоответствие применяемого смазочного масла условиям работы гипоидной передачи. В процессе осмотра и разборки редукторов установлено, что механических повреждений корпусных деталей, шестерен, подшипников, крепежных изделий не выявлено, повышенных зазоров, люфтов и повреждений подшипников не обнаружено, отклонений по геометрии корпусных деталей не установлено, шестерни имеют повышенный боковой зазор (от 0,3 до 3,5 мм) из-за износа боковых поверхностей зубьев. Поступившие на исследования в УЛИР шестерни редукторов имеют сильный износ рабочих поверхностей зубьев до полного их среза на высоте примерно 2/3 от вершины зуба.

В процессе входного контроля проката для изготовления шестерен, а также при исследовании шестерен перед их термической обработкой никаких металлургических дефектов на поверхности и в сечении не выявлено.

Характерный вид катастрофического износа ведущей шестерни показан на рис. 1 и 2. Износ зубьев имеет неравномерный характер: наибольший на вершине зубьев со стороны наружного диаметра (большого модуля) и уменьшается к внутреннему диаметру (малому модулю), что видно на рис. 1. На рис. 1, в, г видно, что на торце зуба со стороны большого модуля износ имеет вид ступеньки, ширина которой плавно уменьшается по мере приближения к малому модулю, и на внутреннем торце ступенька исчезает и изношен-

ный зуб имеет форму клина (рис. 1, б). На шестернях где поверхность вершины изношенного зуба сохранилась, она также имеет вид клина (рис. 1, в, г). Неравномерный износ по длине зубьев свидетельствует о смещении пятна контакта при эксплуатационных нагрузках на вершину зубьев и в сторону наружного диаметра. Такой характер износа зубьев в исследованиях «Поломки и износ шестерен» в журнале «Металловедческая лаборатория» С. 163–168 классифицируется как «Износ с искажением эвольвентного профиля по высоте зуба и появление на боковой поверхности профиля плоского или вогнутого участка (седла)». Причиной такого износа указывается нарушение условий зацепления, одним из видов которого может быть «развертка зацепления» из-за осевого смещения ведущей шестерни, например, из-за деформации или неправильного выбора подшипников (малый угол конусов) или других причин нарушения геометрии зацепления.

Смазка в десятки раз снижает сопротивление трению и в тысячи раз снижает износ зубчатых пар (В.С. Сагарадзе «Повышение надежности цементуемых деталей» М. Машиностроение, 1975, С. 11). Для гипоидных передач правильный выбор смазки имеет особенно важное значение, поэтому для них рекомендовано применение специальных масел, содержащих специальные противозадирные присадки (сера, фосфор, хлор) (Яскевич, «Ведущие мосты», Перевод с польского, М. Машиностроение, 1985, С. 23). Масло из рекламационных редукторов подано на исследование в 4 случаях и во всех случаях по кинематической вязкости при 100 °С масло не соответствовало марке ТМ 5-18 (факт — 9,901 мм²/с, должно быть 13,5–15,5 мм²/с). Несоответствие масла предусмотренной марке несомненно способствовало ускоренному износу шестерен главной передачи.

Толщину цементованного слоя и твердость цементованной поверхности по методу Роквелла измеряли на торцах зубьев со стороны большого модуля, которые механической обработке и износу не подвергались, а также на вершине зуба. На

рис. 1, б видно, что на впадине зуба также имеется цементованный слой, толщина которого составляет 1,2 – 1,5 мм, что соответствует условиям чертежа. На рабочих поверхностях зубьев цементованный слой полностью изношен. По твердости сердцевин отклонений не выявлено.

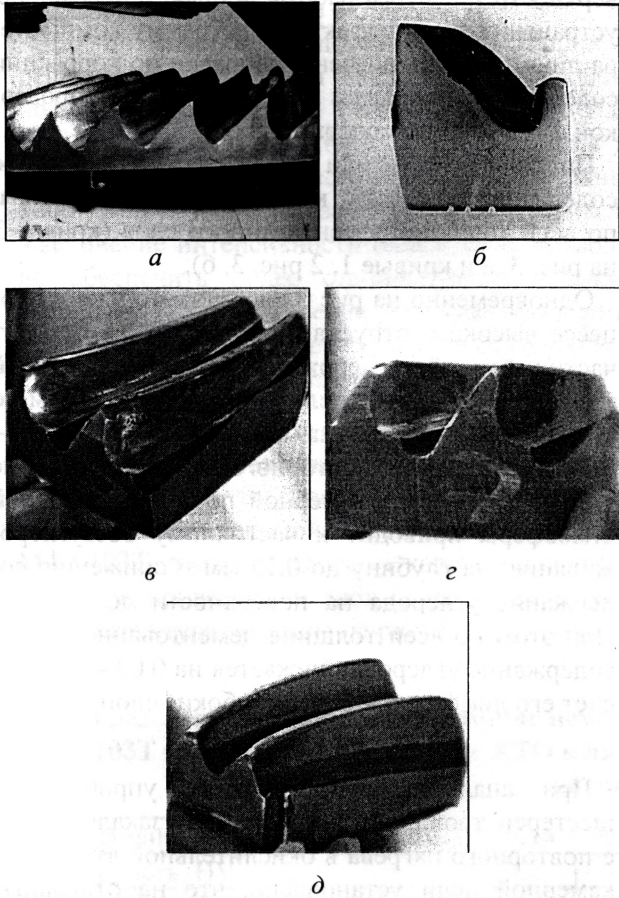
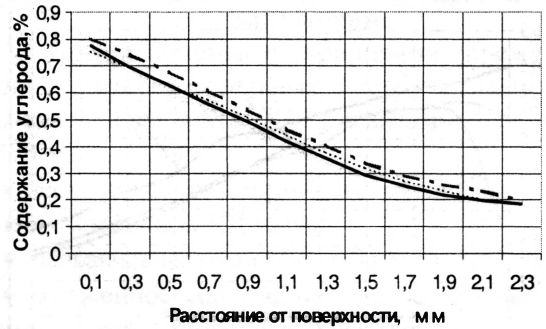


Рис.1. Вид износа ведомой шестерни троллейбуса МАЗ 103Т: а — общий вид, б — сечение изношенного зуба, в, г — вид вершины зуба и торца со стороны большого модуля, торец со стороны большого модуля, д — торец со стороны малого модуля

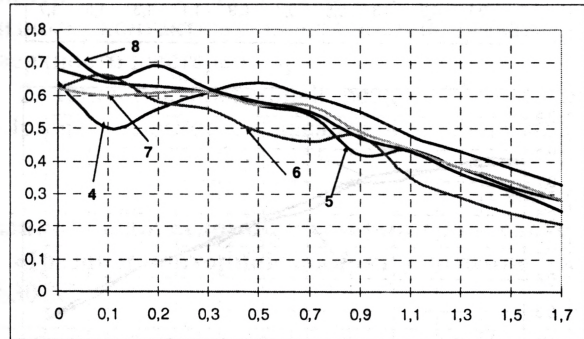
Исследованиями шестерен, проходящих ХТО в термическом цехе, установлено, что в большинстве случаев толщина цементованного слоя и твердость соответствуют заданным чертежом, однако находятся на нижнем пределе, что вызвано стремлением уменьшить термические деформации в процессе упрочнения. Можно утверждать, что снижение твердости на 2-3 HRC или толщины цементованного слоя на 0,3 – 0,4 мм не является главной причиной катастрофического износа шестерен, однако снижение твердости безусловно способствует снижению ресурса работы шестерен.

С целью повышения ресурса работы шестерен главной пары ведущих мостов выполнены иссле-

дования по установлению и устранению причин заниженной твердости шестерен после ХТО. В качестве причин заниженной твердости были предположены и исследованы 5 факторов: 1) заниженная концентрация углерода в цементационном слое, 2) завышенная или заниженная температура закалки, 3) завышенная температура отпуска, 4) недостаточное охлаждение при закалке, 5) образование обезуглероженного слоя при нагреве под закалку.



а



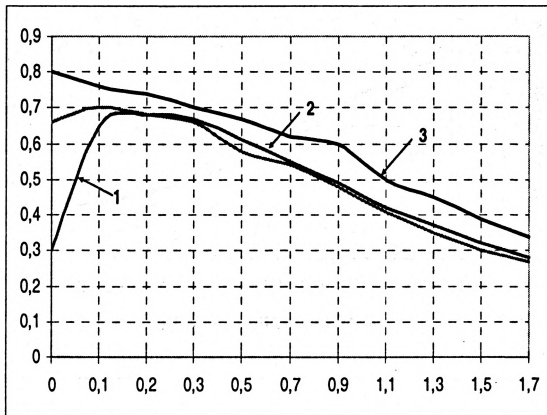
б

Рис. 2. Распределение углерода по толщине цементованного слоя для шестерен после химико-термической обработки в агрегате: а — распределение углерода на момент отладки линии «Ipsen», — · — заданный программой агрегата, химический метод определения после ХТО, — спектральный метод определения, б — распределение углерода на образцах-свидетелях до коррекции программы режимов

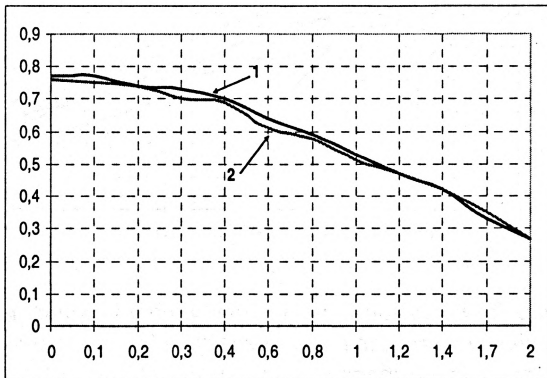
Распределение углерода по толщине цементованного слоя

Программой линии «Ipsen» предусмотрено задаваемое содержание углерода по толщине диффузионного слоя: оптимальное - 0,8% на поверхности детали и 0,4% на границе глубины слоя (1,2 – 1,5 мм). Задаваемое оптимальное распределение углерода по цементованному слою показано на рис. 3, а. В дальнейшем компьютер сам рассчитывает время выдержки, углеродный потенциал в печи и температурные параметры по ходу процесса.

Во время запуска и отладки линии «Irsen» в лабораторных условиях проверялось соответствие задаваемой компьютером программы и фактических результатов ХТО. Исследовали распределение углерода двумя методами: послойным отбором стружки с ее анализом на анализаторе АН7529, а также спектральным на спектрометре DV-6. Оба метода подтвердили соответствие распределения углерода на поверхности задаваемой программе, что видно на рис. 3, а.



а



б

Рис. 3. Распределение углерода по толщине цементованного слоя для шестерен после химико-термической обработки в агрегате «Irsen» после коррекции режимов: а — ведомая шестерня сталь 20Х2Н4А, 1 — после полного цикла обработки (Ц + отпуск 650°С + закалка 830 °С), 2 — Ц + отпуск 650°С, 3 — Ц, б — образцы свидетели после цементации, 1 — 20Х2Н4А, 2 — 20ХН3А

Исследованием фактического распределения углерода на образцах из стали 20ХН3А, 20Х2Н4А и плоских поверхностях шестерен главной пары автомобилей МАЗ-4370 и троллейбусов МАЗ-103Т по толщине цементованного слоя установлено, что по действующему технологическому процессу распределение углерода не соответствует задаваемому компьютером линии «Irsen». Фактическое

содержание углерода по всему слою занижено (кривые 4 - 8 рис. 2, б), а на поверхности образуется обезуглероженный слой толщиной 0,05 - 0,1 мм с содержанием углерода 0,30 - 0,35%. Снижение содержания углерода по всему слою является причиной снижения твердости обрабатываемой поверхности и ресурса работы деталей в целом. Для устранения этого дефекта в программу компьютера линии «Irsen» внесены поправки по коррекции содержания углерода с последующей перепроверкой фактического содержания.

Поправки позволили обеспечить оптимальное содержание углерода, как на поверхности, так и по всей толщине цементованного слоя (кривая 3 на рис. 3, а и кривые 1, 2 рис. 3, б).

Одновременно на рис 3,а видно, что уже в процессе высокого отпуска при 650°С происходит частичное обезуглероживание поверхностной зоны цементованного слоя на глубину 0,1 мм со снижением углерода на поверхности до 0,60 - 0,70 %. Закалка с повторного нагрева в течение 1 часа до 830°С в камерной печи без защитной атмосферы приводит к частичному обезуглероживанию на глубину до 0,15 мм и снижению содержания углерода на поверхности до 0,3 %. При этом по всей толщине цементованного слоя содержание углерода снижается на 0,03 - 0,1% за счет его диффузии в более глубокие слои.

Нагрев под закалку

При анализе микроструктуры упрочненных шестерен троллейбуса МАЗ-103Т, закаливаемых с повторного нагрева в окислительной атмосфере камерной печи установлено, что на отдельных шестернях в зоне частично обезуглероженного слоя проявляется трооститная кайма, в результате чего цементованная поверхность пилится напильником. При последующей более глубокой зачистке цементованный слой имеет твердость 58-59HRC. Для уменьшения обезуглероживания в процессе коррекции режимов принято решение о загрузке в печь только по 1 шестерне, а не партиями по 5 шт., как это делали ранее. При загрузке по 5 шт. первая шестерня до закалки в масло находилась в печи 1 ч 20 мин, а пятая — 2 часа и более. Одновременно длительность нагрева сократили с 1 часа 20 мин до 1 часа. Изменение режимов нагрева позволило уменьшить обезуглероживание цементованного слоя на поверхности и устранить поверхностное снижение твердости.

В дальнейшем для предотвращения образования обезуглероженного слоя в процессе повтор-

ного нагрева под закалку на РУП «МАЗ» разработаны мероприятия по применению индукционного нагрева ТВЧ под закалку в штампах ведомых шестерен троллейбуса 103Т. Для этого созданы нагревательные устройства и разработаны режимы индукционного нагрева.

Закалочное охлаждение

Для повышения твердости при ХТО принято решение об увеличении интенсивности закалочного охлаждения. Для этого установлен наибольший достижимый прессом расход масла на закалку 2500 л/мин вместо используемого ранее 1000л/мин. Убраны все задержки в подаче масла. Увеличение интенсивности охлаждения позволило обеспечить более стабильную и высокую твердость. После изменения режимов охлаждения на поверхности шестерен троллейбуса МАЗ-103Т стабильно обеспечивается твердость $HRC \geq 60$.

Структура и распределение твердости на шестернях после ХТО

Распределение твердости по глубине цементованного слоя ведомой шестерни троллейбуса МАЗ-103Т после ХТО по откорректированным режимам приведено в табл.1, места замеров и микроструктура показана на рис. 4.

Микроструктура цементованного слоя — мартенсит мелкоигльчатый + незначительное количество аустенита остаточного. Твердость цементованной поверхности — 60-61 HRC. Толщина цементованного слоя — 1,3 мм.

Таким образом, в результате корректировки режимов ХТО достигнута стабильная твердость на поверхности, оптимальная структура и распределение твердости по толщине цементованного слоя и в сердцевине шестерен.

Заключение

1. Предполагаемыми причинами преждевременного износа отдельных шестерен главной пары троллейбусов МАЗ-103Т и автомобилей МАЗ-4370 могут быть:

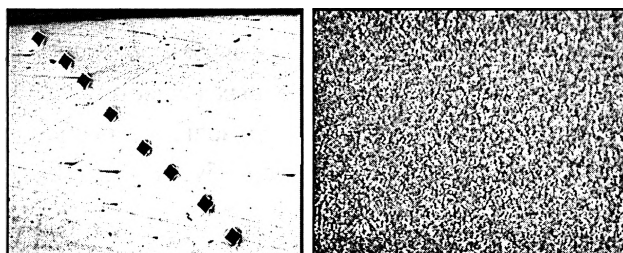
- несоответствие смазочного масла редуктора предусмотренной КД марке;
- неправильная геометрия зубчатого зацепления;
- заниженное содержание углерода в цементованном слое и нижний предел твердости поверхности могли способствовать преждевременному износу контактных поверхностей зубчатой поверхности шестерен.

2. Откорректированный режим ХТО в линии «Ipsen» и повторная закалка в штампе при со-

Таблица 1

Распределение твердости по толщине цементованного слоя ведомой шестерни троллейбуса МАЗ-103Т из стали 20Х2Н4А после ХТО в линии «Ipsen» и повторной закалки в штампе после нагрева 830 °С

Расстояние от поверхности, мм	0,14	0,32	0,48	0,76	0,98	1,15	1,29	1,50
Твердость, HV	701	701	689	666	648	623	593	516
Твердость, HRC	60	60	59	58	57	56	54	50



а ×65

б ×500

Рис. 4. Места измерения твердости и микроструктура упрочненного слоя ведомой шестерни троллейбуса МАЗ-103Т из стали 20Х2Н4А после ХТО в линии «Ipsen» и повторной закалки в штампе после нагрева 830 °С

блюдении технологической дисциплины обеспечивает оптимальные структуру, распределение твердости в цементованном слое и толщину слоя. Для гарантированного обеспечения стабильного качества ХТО шестерен главной пары мостов рекомендовано выполнять 1 раз в неделю и после каждой остановки цементационных печей «ТQFR» или эндогенератора на линию ХТО «Ipsen» контроль в УЛИР распределения углерода в цементованном слое с последующей корректировкой углеродного потенциала в программе и освоить безокислительный нагрев ТВЧ шестерен под закалку в штампе.

НА ПУТИ К УМЕНЬШЕНИЮ ЭНЕРГОЗАВИСИМОСТИ

Ю.В. Клеванец

В настоящее время в Осиповичах ведутся работы по реконструкции и модернизации городской котельной, принадлежащей Бобруйским тепловым сетям. Началу работ способствовало совещание в Осиповичском райисполкоме, прошедшее 30 июня 2004 года. На совещании присутствовали и выступили зам. Министра энергетики Республики Беларусь В.А. Сивак, зам. генерального директора концерна «Белэнерго» С.Г. Мелеховец, генеральный директор РУП «Могилевэнерго» В.В. Сергеев.

На совещании были рассмотрены различные варианты размещения мини-ТЭЦ, принято решение о разработке схемы перспективного теплоснабжения города. Министерство энергетики по результатам совещания обратилось в Министерство лесного хозяйства о готовности к поставкам древесной щепы для работы мини-ТЭЦ, и об ее стоимости. Работы на объекте должны быть проведены в течение 2005 года.

В октябре 2005 года корреспондент журнала «Инженер-механик» побывал на стройке и взял интервью у заместителя начальника котельной Андрея Константиновича Жибулевского. Результатом этой встречи и явилась настоящая статья.

Существующая в настоящее время котельная оснащена двумя котлами КВГМ-100, работающими на природном газе с возможной заменой на топочный мазут (резервное топливо) и одним котлом ПТВМ-30. Они производят в отопительный сезон 53 Гкал/ч тепла, в неоперительный — 6 Гкал/ч. Котельная отапливает значительную часть северной половины города с производственными объектами и жилыми домами. Институтом Бел НИПИ-энергопром разработан проект постройки мини-ТЭЦ, производящей тепло и электроэнергию и работающей на местной сырьевой базе. Основная идея разработки — обеспечение независимости системы теплоснабжения города от всех возмож-

ных перебоев с поставками топлива.

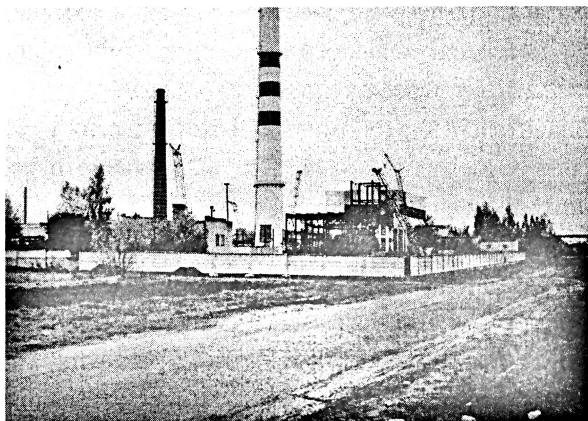
Мини-ТЭЦ будет оснащена котлами, изготовленными на ОАО «Бийский котельный завод» (Российская Федерация). Суммарная их мощность будет позволять обогревать все те объекты теплоснабжения в городе Осиповичи, которые обеспечивались теплом существующей котельной. Кроме того, ТЭЦ будет оснащена турбогенераторами ОАО «Пролетарский завод» (Санкт-Петербург) мощностью 1200 кВт. Электроэнергия с генераторов будет подаваться в единую энергосеть через Осиповичскую подстанцию, расположенную неподалеку от котельной.

Топливом для мини-ТЭЦ будут служить отходы древесины из Осиповичского лесхоза и из расположенных в районе деревообрабатывающих предприятий, а также фрезерный (не брикетированный) торф с Татарковских торфяников в соотношении 60% к 40%. Котлы рассчитаны на горение топлива со средней исходной влажностью 60%, поэтому сушка поступающего сырья не предусмотрена. Вместе с тем на территории объекта будет участок по переработке древесины в пригодную для сжигания щепу. Значительное внимание уделено и очистке поступающего топлива от посторонних примесей. Разработчики обещают обеспечение минимальных выбросов вредных веществ в атмосферу и минимальный выход золы — особенно при сжигании древесины. Зола будет утилизироваться на полигоне под Бобруйском.

С вводом в строй мини-ТЭЦ существующая котельная будет включаться только в случае необходимости покрытия пиковых нагрузок.

На основе мини-ТЭЦ и котельной в Осиповичах планируется создать район тепловых сетей, включающий в себя обслуживающие и ремонтные подразделения с общим штатом в 130 человек. В настоящее время обслуживающий персонал подобран

и обучен. Ведется прием специалистов по ремонту.



Строительство мини-ТЭЦ в г. Осиповичи

Параллельно со строительством мини-ТЭЦ проводится и ремонт существующей котельной: модернизация оборудования, утепление стен. Все проводимые работы не мешают снабжению города теплом, отопительный сезон начат вовремя. Строительные работы проводит филиал СМУ «Бобруйскэнергостроймонтаж» (генеральный подрядчик). Срок завершения стройки — 31 декабря 2005 года. Строительство мини-ТЭЦ в Осиповичах будет способствовать накоплению опыта в деле рационального использования топливно-энергетических ресурсов страны.

ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛА

Ю.Н. Матвеев, директор ООО «Альтернатива», г. Брест

В настоящее время одним из актуальных вопросов энергетики любого государства — а количество потребляемых энергоресурсов и их стоимость, недостаток которых приводит к дестабилизации экономики.

Вопрос энергопотребления в Беларуси, как и во всем мире, стоит очень серьезно. Повышение цен на газ и другие виды энергоносителей до уровня мировых, для ряда государств бывших в составе Советского Союза говорят о том, что данный процесс очевиден и для Беларуси дело только во времени.

Правительство нашей республики постоянно уделяет большое внимание вопросам энергобезопасности, в частности — энергосбережению, применению альтернативных видов топлива, таких как торф, уголь, отходы древесины, что позволяет снизить расход газа и нефти и при этом не происходит уменьшения количества энергоресурсов потребляемых на единицу произведенной продукции.

Другой важный резерв экономии энергоресурсов — это внедрение энергосберегающих технологий в системах вентиляции и кондиционирования воздуха зданий, а также технологических процессах, основой которых является рекуперация тепла.

В частности значительное количество тепловой энергии вырабатываемой технологическим обо-

дованием и другими источниками тепловой энергии в зимнее время бесполезно выводится удалением из помещений воздуха и в тоже время используется большое количество энергии на подогрев свежего приточного воздуха. Особенно значительны потери тепла с вентиляционными выбросами на предприятиях машиностроительного профиля, химических предприятиях, перерабатывающих предприятиях, предприятиях пищевой промышленности, объектах спортивно культурного назначения.

Трудность использования вторичных энергоресурсов в том, что они не локализованы, а рассеяны и имеют невысокий потенциал, но на наших производствах, тем не менее, достаточно источников вторичных энергоресурсов с температурой от 30° до 80°С и повышенной влажностью, использовать которые экономически целесообразно. К сожалению, этой сфере уделяется на наш взгляд недостаточно внимания, несмотря на достаточно большой накопленный опыт.

Для наглядности приведем несколько примеров использования вторичных энергоресурсов в технологических процессах за счет применения теплообменников-рекуператоров на тепловых трубах в системах удаления отработанного воздуха. Как прави-

ло, технологические выбросы содержат много влаги и других механических и волокнистых примесей, затрудняющих использование их потенциала.

Конструкция теплообменников-рекуператоров предлагаемых и используемых ООО «Внедренческое предприятие Альтернатива», в отличие от других типов теплообменников, позволяет использовать их в подобных условиях, в первую очередь благодаря высокой эффективности и надежности работы при утилизации тепла загрязненных потоков воздуха.

Теплообменник состоит из пучка оребренных тепловых алюминиевых труб, набранных в кассеты. Коэффициент оребрения трубки $K \sim 15$, толщина ребер $\delta = 0,3$ мм. Пучок трубок смонтирован в каркасе, имеющем герметическую перегородку, разделяющую приточный и вытяжной каналы. Каждая трубка герметична и в ней циркулирует двухфазная жидкость.

Эффективная передача тепла от теплого потока воздуха к холодному обеспечивается испарительно-конденсатным циклом тепловой трубы.

На поверхности труб происходит конденсация влаги содержащейся в объеме удаляемого воздуха, которая отводится с оребренной поверхности трубок при помощи конденсатоотводящих пластин, установленных на каждой трубке, в поддон для сбора конденсата.

Теплообменник полностью разбирается, для сезонного обслуживания, что повышает их эксплуатационные возможности.

Вот несколько примеров применения теплообменников-рекуператоров на базе тепловых труб, прошедших достаточно большой срок эксплуатации в промышленных условиях, в среднем около восьми лет.

На пищеблоках психоневрологического диспансера в г. п. Новинки, Санатории «Озёры», ряде клинических больниц в г. Минске, детских садах и школах в г.г. Бресте, Минске, Жлобине установлены и эксплуатируются в системах вентиляции теплообменники-рекуператоры. Высокий потенциал удаляемого воздуха на данных объектах позволяет экономить до 42,5 тонн условного топлива за отопительный период, Реконструкция вытяжной вен-

тиляции прачечной Брестского вагонного участка показала, что эффективность утилизации составила 31%, экономия условного топлива за отопительный период 31,6 т. Срок окупаемости 0,5 года.

Значительную экономию тепловой энергии и снижение ее потребления на 1 кг выпускаемого продукта обеспечивает реконструкция тепловых сушильных установок типа Г4-КСК-90, недостатком которых является высокая энергоёмкость, в результате чего затраты на тепловую энергию достигают 40% от себестоимости продукции. Реконструкция такой сушилки, произведенная на Таурагском овощесушильном комбинате, позволила снизить расход тепловой энергии в процессе сушки на 43% и получить экономию условного топлива около 260 тонн в год. Срок окупаемости составил 0,5 года.

Большой интерес с точки зрения энергосбережения представляют предприятия, имеющие технологические процессы с большим выделением тепла, такие как Могилевский комбинат химических волокон, Барановичское хлопчатобумажное объединение, Минский моторный завод, Минский автозавод, Минский тракторный завод, ЗАО «Керамин», бумагоделательные фабрики, БМЗ.

Применение утилизаторов тепла при реконструкции сушильных агрегатов, эксплуатируемых на целлюлозно-картонных комбинатах, таких как «Альбертин», можно получить экономию 220-310 тонн условного топлива в год только от одного агрегата.

Реконструкция технологической вентиляции бумагоделательной машины Добрушской бумажной фабрики позволит сэкономить 1104 МВт/год тепловой энергии при окупаемости 0,36 года, а на Борисовской фабрике Гознака — 3218 МВт/год при окупаемости 0,54 года.

Использование теплообменников-утилизаторов на тепловых трубах в системах технологической вентиляции кузниц, термических цехов промышленных предприятий, имеющих высокую степень запыленности вентиляционных выбросов, также обеспечит эффективное их применение.

Во всех этих направлениях имеется огромный потенциал по экономии топлива, который составляет десятки тысяч тонн при условии его использования.

БИОЭНЕРГЕТИКА В СТРАНАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Н.И. Дунаевская, Я.И. Засядько, И.С. Шупик

*Институт угольных энерготехнологий Национальной академии наук
и Министерства топлива и энергетики Украины*

Современная мировая энергетика базируется, в основном, на использовании ископаемого топлива, т. е. угля, нефти и природного газа. Обострившееся противоречие между возрастающим производством энергии и загрязнением окружающей среды, как следствием генерирования энергии, становится актуальной проблемой во всем мире. Наметившееся в последнее время истощение традиционных источников энергии может значительно ограничить глобальное экономическое развитие. Интенсивное использование ископаемого топлива уже вызывает серьезное загрязнение окружающей среды, что является причиной появления ряда нежелательных природных процессов, таких как парниковый эффект, разрушение озонового слоя, нарушение баланса углерода в экосистеме, кислотные дожди и т. д., что может привести к необратимым изменениям климата.

Использование энергии полезных ископаемых, несомненно, способствует социальному развитию, однако со временем ресурс ископаемых топлив истощается. С учетом современного уровня технологий и динамики использования ресурсов, мировые запасы нефти могут исчерпаться в течение 40 лет, а запасы угля — за 200 лет.

Биомасса, к которой относятся сельскохозяйственные отходы, древесина, коммунальные отходы, сточные воды, отходы животноводческих ферм, сахарной и перерабатывающей промышленности и др. могут стать мощным глобальным источником для производства тепла и электроэнергии.

Еще два века назад биомасса служила основным источником для выработки тепла, затем она была замещена ископаемыми топливами. В настоящее время ее роль в энергетике многих стран интенсивно возрождается благодаря дешевизне и значительно меньшим уровням выбросов парниковых газов при ее энергетическом использовании. Биомасса часто является единственно возможным местным источником энергии для районов, которые находятся на большом расстоянии от газовых и электрических сетей.

Возобновляемые ресурсы биомассы ежегодно составляют 220 млрд. т (по сухому веществу). По

современным оценкам мировые энергетические запасы биомассы на земной поверхности достигают 36×10^{21} Дж, при этом их мировое коммерческое использование — всего лишь $3,9 \times 10^{20}$ Дж.

На современном этапе технологии использования биомассы переживают период своего бурного возрождения, особенно в тех странах, которые имеют высокоэффективные технологии для их энергетического использования. В Европе это - Дания (6% от общего потребления первичных энергоносителей), Финляндия (23%), Австрия (12%), Швеция (18%). Соединенные Штаты Америки тоже достигли значительного уровня использования биомассы в топливном балансе страны (3,2%).

В отечественной периодике достаточно полно освещено состояние биоэнергетики стран Европы и Северной Америки. Вместе с тем в последнее десятилетие в ряде азиатских стран наблюдается бурное развитие современных энергетических установок и технологий на базе биоресурсов.

В статье в основном отражены материалы Ляонинского международного семинара (КНР) по технологиям газификации биомассы (16.08-01.09.2003), обзорные материалы интернет-публикаций, а также материалы отечественной научно-технической периодики.

Авторы считают необходимым пояснить, что крайне неравномерный уровень социально-технического развития стран региона определяет и неравномерность достигнутых результатов в освоении высокоэффективных технологий утилизации биомассы.

В работе предполагается рассмотреть запасы биомассы и ее состав в странах региона, состояние развития технологий энергетического использования, примеры внедренных проектов в отдельных странах. Особое внимание будет уделено вопросам законодательной базы стран АСЕАН, как основного элемента, обеспечивающего приоритетное развитие биоэнергетического сектора в регионе.

Следует отметить, что страны АСЕАН добились весьма значимых успехов в развитии биоэнергетики, обладая несоизмеримо меньшим промышленным потенциалом, нежели Украина. К

сожалению, несмотря на имеющийся громадный научно-технологический и промышленный потенциал и крайнюю зависимость от импортируемых газа и нефти, развитие биоэнергетики в Украине все еще находится на начальном этапе. Очевидно, что это объясняется в значительной степени отсутствием законодательной базы. Детальный анализ отечественного законодательства, призванного инициировать использование биоресурсов в Украине, приведен в аналитической статье Т. Железной и Г. Гелетухи, «Биоэнергетика в Україні» («Зелена енергетика» № 4, 2004 г.). Авторы вполне справедливо оценивают состояние законодательной базы, сформированной к настоящему времени. Они не питают иллюзий в отношении действенности принятых законодательных и подзаконных актов, однако их оценки выглядят чересчур мягкими. Принятый 20.02.2003 Закон Украины «Про альтернативні джерела енергії» по существу содержит лишь набор дефиниций и нормативно-ограничительных положений. Какие-либо действенные механизмы инициирования научно-технических разработок, их внедрения в практику детально не проработаны, упоминания о стимулировании НИР и ОКР в биоэнергетике носят преимущественно декларативный характер, в его тексте вообще не предусмотрено какое-либо финансовое стимулирование производства энергии из биоресурсов и ее потребления. Предполагалось, что Закон «зарабатывает» после введения нормативной базы, которую в соответствии с разделом V Закона предписывалось разработать Кабинету Министров в шестимесячный срок. Однако до настоящего времени никакие подзаконные акты не приняты.

В связи с недостаточностью отечественной нормативной базы будет интересно ознакомиться с опытом стран АСЕАН, чьи завидные успехи объясняются, в первую очередь, внедрением всесторонне продуманных мероприятий, включающих как надлежащую законодательную базу, так и целый ряд инвестиционных, кредитных, ценовых, фискальных и нормативных инициатив, а также широких просветительских, образовательных программ, привлечение общественных организаций к экологической экспертизе и проведению тендеров.

Рассмотрим ряд мероприятий, успешно примененных в странах АСЕАН для стимулирования биоэнергетики:

2. *Целевые программы.* В большинстве стран АСЕАН принимаются конкретные целевые программы по введению в действие энергетических

мощностей на базе возобновляемых источников (ВИ) в рамках национальных энергетических программ на 5-10 лет. Так, в Малайзии было намечено ввести к 2005 году 600-700 МВт мощностей на ВИ, состоящих из работающих в энергосистеме блоков на биомассе. Такие задания выполняются на конкурсной основе или на основе публичных тендеров.

2. *Инвестиционные инициативы.* В рамках данного направления разработаны многочисленные подходы, гибкое и прозрачное применение которых позволяет максимально повысить привлекательность инвестиций в энергетические проекты на основе биомассы. Например, на Филиппинах применяются следующие инвестиционные преференции: отмена импортных пошлин на оборудование, используемое в энергоустановках на базе ВИ, снижение налогов на отечественное оборудование, применяемое в энергоустановках, освобождение от налога на прибыль (income holiday) на срок до 6 лет, дополнительные вычеты на трудовые затраты, вычеты затрат на инфраструктуру из облагаемого дохода. В Малайзии генпроект получает следующие преференции: снижение на 70% налогооблагаемой базы от установленного дохода в течение 5-ти лет или 60%-ную налоговую скидку с капитальных затрат, понесенных в течение 5-ти лет, снижение налогов на импорт и торговые скидки на импортируемое оборудование, а также отмену налога на ввозимое оборудование и торговые скидки на отечественное оборудование.

3. *Ценообразование.* В Индонезии в рамках введенной в действие в 2002 году Программы маломасштабной энергетики на базе ВИ предусматривается поощрение продажи энергии с мощностей 1 МВт и менее в энергосистему. При этом цена электроэнергии от ВИ принимается в размере 80% от текущей стоимости энергии при подсоединении на средне-вольтовых терминалах и 60% — на низковольтных. На Филиппинах рассматривается введение минимальной гарантированной цены на электроэнергию от ВИ для обеспечения конкурентоспособности установок на базе ВИ по сравнению с традиционными установками. В Таиланде предусмотрены специальные ценовые надбавки при заключении контрактов на поставку в систему гарантированного объема и мощности энергии.

4. *Инициирование генерирования энергии (Production incentives).* Специальные надбавки выплачиваются на каждый кВт·час, выработанный на базе ВИ, что непосредственно оговаривается в контрактах.

5. «Мягкие» займы и другие инновационные финансовые схемы. В некоторых странах запущены программы льготного кредитования возобновляемых источников энергии с целью упрощения финансирования маломасштабных проектов ВИЭ. В Филиппинском государственном банке развития было обеспечено «Окно» в основном потоке операций по кредитованию. Такие кредиты имеют низкую процентную ставку, мягкие условия, упрощенные процедуры и льготные сроки возврата основного кредита. Много внимания уделяется привлечению в энергорынок широкого круга производителей электроэнергии из возобновляемых источников. Предоставляются льготы для инвестирования строительства таких установок и модернизации технологий по переработке биомассы для производства электроэнергии.

Далее на примере ряда азиатских стран будет рассмотрено современное состояние развития технологий производства энергии из биомассы и обеспечивающее их интенсивное развитие законодательство.

Япония

Общая государственная политика в отношении энергии из биомассы:

1. Базовый закон был принят для сельскохозяйственных районов Кабинетом министров Японии в марте 2000 г. Для предотвращения глобального потепления, создания общества с полным рециклированием и активизацией сельскохозяйственных районов японское правительство способствует активизации использования биомассы как источника для производства электроэнергии.

2. Закон о переработке пищевых отходов (май 2001).

3. Всеобъемлющая стратегия «Биомасса в Японии» — декабрь 2002 г. В ней разработаны конкретные меры для всесторонней утилизации биомассы. К ее выполнению привлечены 7 японских министерств из 9-ти.

Ежегодный объем отходов в Японии: пищевые — 19 млн. т, зерновые — 13 млн. т, древесные — 15 млн. т.

Конкретные задачи, намеченные к выполнению к 2010 году:

- на региональном уровне - около 500 сел будут утилизировать 90% отходов и 40% не переработанных ресурсов;

- на общенациональном уровне — из отходов будет утилизировано 80%, а не переработанных ресурсов — 25%.

В настоящее время в Японии производится на возобновляемых источниках 1,2% от общей выработки энергии, из которых 70% — на базе ресурсов, что составляет 0,8% от общей выработки.

Состояние утилизации биомассы в Японии:

- Все жидкие отходы от бумажной промышленности после концентрирования сжигаются в парогенераторах (14 млн. т на сухую массу, что эквивалентно 4,5 млн. м куб. нефти. Таким образом 30% от всей энергии, потребляемой в бумажной промышленности, покрывается за счет утилизации жидких отходов).

- Древесные гранулы — 2000 тонн гранул производится в Японии ежегодно.

- Топливо для котлов. Количество отходов от лесопильных предприятий — 3000 000 т/год. Более чем 200 парогенераторов утилизируют отходы от лесопильных заводов. Энергия используется для сушки дерева и отопления. Более 90% багассы используется как топливо на парогенераторах сахарных заводов.

- Генерирование электроэнергии с использованием древесных отходов. 15 установок работают сейчас на базе крупных лесопильных заводов. Все потребление электроэнергии покрывается производством ее на собственных отходах.

- Применяются также типовые схемы для производства метана, который направляется на выработку электроэнергии. Остатки процесса ферментации — на удобрения.

Новые оригинальные технологии в области производства и утилизации биомассы:

- Разработка новых сортов и улучшение свойств зерновых для производства биомассы путем генетической модификации, в частности вводится ген С4, который существенно интенсифицирует процесс фотосинтеза.

- Методами генной инженерии выведен гибрид сахарного тростника и сорго, который содержит большое количество сахара.

- Культивация (Данная технология характерна именно для Японии, поскольку в этой стране есть дефицит биомассы, в то время как во всех остальных странах юго-восточной Азии — ее избыток). Крупномасштабные технологии для выращивания березы, акации, водорослей (гигантской ламинарии) и т. п. Разработаны машины для посадки и уборки поросли бамбука, а также машины для посадки и сбора водных гиацинтов. Все вышеперечисленные растения — хороший источник биомассы ввиду высоких темпов роста и большой их массы.

Технологии преобразования биомассы, разработанные в Японии:

- Производство сингаза из рисовой шелухи методом термической конверсии.

- Производство метанола из биомассы путем паровой газификации.

- Разработка гидролизирующих энзимов для гидролиза сырого крахмала, а также биореактора для использования этих энзимов.

- Разработка мембранных технологий для разделения и концентрирования этанола и производство мембранных биореакторов для производства метанола.

- Разработка полутвердой метановой ферментации для производства CH_4 из отходов свиноводства, пищевых отходов и горючих коммунальных отходов.

Монголия

Обладает собственными запасами угля (50 млрд. т), жидкое топливо импортируется, гидро-ресурсы ограничены. Монголия не обладает развитой энергетической инфраструктурой. Не вся страна подсоединена к одной из трех энергосистем и часть сельских районов потребляет электроэнергию, вырабатываемую дизелями на жидком топливе (из 314 деревень только 117 подключены к энергосетям для снабжения электричеством, оставшиеся 197 обслуживаются изолированными энергосистемами с дизелями мощностью 60-100 кВт, которые работают 3-5 часов в день) и энергия поставляется как в муниципальные здания, так и в частные дома на ограниченный срок.

В настоящее время на деньги Asia Development Bank (ADB) по просьбе правительства Монголии готовится технико-экономическое обоснование для содействия распространению внесетевого электроэнергетики и технико-экономическая оценка перспективности широкого внедрения тех или иных систем производства внесетевого (автономной) электроэнергии, вырабатываемой из возобновляемых источников для небольших поселений в сельскохозяйственных районах. Анализируются в качестве возможных вариантов ветро-дизельные или дизель-солнечные батареи, гибридные системы. В настоящее время ветро-фото-электрические гибридные системы применяются в качестве автономных систем энергоснабжения в отдаленных районах, для энергоснабжения школ и т. п. Однако поддерживающие службы по сервису существующих установок весьма незначительны.

В рамках указанных грантов ADB банка предусматривается:

- Создание выставки энергоустановок возобновляемых источников энергии в Уланбаторе.

- Разработка проектов для ветро-дизельных и солнечно-дизельных автономных гибридных систем энергоснабжения.

- Разработка законодательных и фискальных

мер по привлечению частного сектора к созданию инфраструктуры обслуживания автономных энергетических установок.

Китай

Бурно развивающаяся страна с населением 1,250 млрд. чел., из которых порядка 1 млрд. проживает в сельской местности, при этом потребности в органическом топливе в коммунальном секторе сельской местности более чем на 70% (40% общего энергопотребления) покрываются за счет биомассы (древесина и с/х отходы).

Общие запасы биомассы в 1999 году оценивались в 520 млн. т нефтяного эквивалента (т н. э.) в год. Из них 52% — отходы сельхозкультур, 10% — древесина, 20% — отходы животноводства; 18% — муниципальные отходы.

Работа по развитию «зеленой» энергетики проводится в строгом соответствии с «пятилетними планами» развития народного хозяйства:

6-й пятилетний план	Бытовые биогазовые дигесторы
7-й пятилетний план	Анаэробные реакторы и энергоэффективные печи
8-й пятилетний план	Газификация и брикетирование
9-й пятилетний план	Генерация электроэнергии из биомассы

Успехи в развитии технологий получения энергии из биомассы на сегодня таковы:

- биогаз — установки для выработки биогаза общей производительностью 2090 млн. м³ (для бытового использования — 6 884 000 установок, промышленные системы — 753 станции, установки, использующие бытовые сточные воды — 49 322 ед.);

- прямое сжигание — замещает сжигание ископаемого топлива в количестве 529 тыс. т н. э (эффективные топки — 200 шт, усовершенствованные печи для отопления — 184,6 млн. шт);

- газификация — 684 установки для замещения 23 тыс. т н. э. (приготовление пищи с использованием централизованных газопроводов — 164 сети (рис. 1 установки с использованием сушки древесины — 370 ед., выработка электричества на продуктах газификации — 150 установок);

- брикетирование — 800 установок с замещением 70 тыс. т н. э.

Развиваются также технологии производства жидких топлив из биомассы, производства спиртов из целлюлозных материалов, производства энергии из масличных культур.

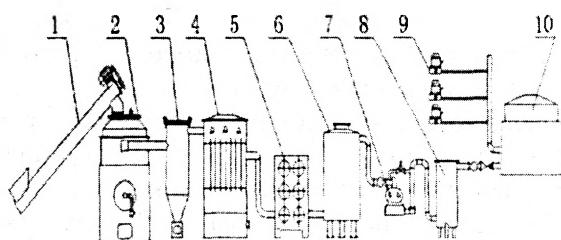


Рис. 1. Газификатор на кукурузных кочанах и/или древесной щепе (совместная разработка китайско-итальянского научно-технического сотрудничества): 1 — шнековая подача топлива; 2 — газификатор; 3 — циклон; 4 — скруббер; 5 — водяной сепаратор; 6 — фильтр; 7 — насос; 8 — водяной затвор; 9 — потребители; 10 — газохранилище

Программы, предусматривающие развитие технологий по использованию энергии биомассы в Китае (Национальный план):

машнем хозяйстве и в маломасштабной промышленности. В настоящее время заметно выросло ее потребление в комбинированной выработке тепловой и электрической энергии.

Количество биомассы, произведенной из багасы, шелухи, отходов производства пальмового масла и лесных отходов по пяти странам АСЕАН, таким как Индонезия, Малайзия, Филиппины, Таиланд и Вьетнам, составляет более чем 107,5 млн. т. При этом багасса составляет около 32%, отходы производства пальмового масла — 27%, рисовая шелуха — 23% и отходы леса — 18%. Например, при промышленной переработке леса примерно половина его уходит в отходы.

Практически около половины с/х отходов используются для производства энергии, это составляет около 20% всей энергии, потребляемой в промышленности.

«Программа XXI» для Китая»	Главная программа по исследованиям и развитию в 10-м пятилетнем плане	Программа по исследованиям и развитию № 363
<p>Установка трех систем по газификации биомассы с распределительными сетями для производства газового топлива, тепла и электричества с ежегодным отпуском энергии 3000 т н. э. для ежедневного жизнеобеспечения 3000 семей.</p> <p>Установка системы пиролиза биомассы для производства газа, жидкого и твердого топлива, тепла и электричества с ежегодным отпуском энергии 7000 т н. э.</p> <p>Установка производственных линий по производству двух специализированных систем производственной мощностью 100 газификационных систем в год и 5 установок пиролиза.</p>	<p>Газификация: 4-5 МВт электрогенерирующие системы с газификацией биомассы Ввод в действие стандартов и правил по коммерциализации электрогенерирующих газификационных систем.</p> <p>Биогаз Двухмегаваттная электрогенерирующая система на биогазе.</p>	<p>Биомасса 4 МВт электрогенерирующая система из биомассы IGCC.</p> <p>Жидкие топлива Производство спирта из целлюлозы. Производство спирта из стеблей сладкого сорго. Энергоустановки, использующие отходы сахарной, крахмальной и масло-жировой промышленности. Пиролиз и ожижение биомассы Производство спирта из водорослей.</p>

Страны АСЕАН

В юго-восточной Азии биомасса является важным энергетическим сырьем, а древесина - доминирующим источником энергии более чем в 50% стран этого региона. Доля биомассы в общем энергообеспечении стран — членов АСЕАН составляла на рубеже веков практически 40% (по странам: Бирма — 86%, Лаос — 86%, Камбоджа — 83%, Вьетнам — 48%, Индонезия — 29%, Филиппины — 21%, Таиланд — 17%, Малайзия — 8 %). Она используется, в основном, в до-

Один из примеров использования биомассы - получение биогаза из отходов свиноводческих ферм. Так, проект Raisarn Farm предусматривает превращение биогаза в электричество при помощи генераторов. Этой электроэнергии достаточно для обеспечения половины потребности фермы в электричестве (рис. 2).

В странах АСЕАН в 2003 году распределение возобновляемых источников энергии для производства электричества составило (%): биоэнергия — 8,94, геотермальная — 11,15, большие

гидростанции — 77,31, малые — 2,41, ветро- и солнечные станции — 0,19. В перспективе, по прогнозам 2001-2003 гг., из биомассы может быть выработано: 50 000 МВт в Индонезии, приблизительно 3000 МВт в Таиланде, около 1117 МВт в производстве пальмового масла в Малазии, около 60-90 МВт из багассы и 359 МВт из рисовой шелухи в Филиппинах.

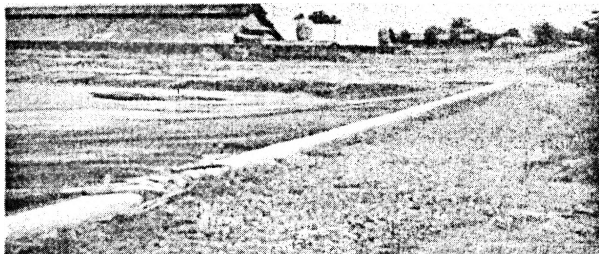


Рис. 2. Свиноферма Raisarm в Таиланде с использованием превращения биогаза в электричество при помощи генераторов

Чтобы реализовать оцененный потенциал, следует произвести такие ключевые изменения: установить поля одинакового уровня проплаты по сравнению с часто субсидируемой выработкой централизованной электроэнергии; определить механизм компенсаций превышения цены при выработке энергии из биомассы, например, так называемые природоохранные добавки сверх нормального уровня рентабельности; осуществлять доступ к электросетям на ясных и справедливых условиях; развивать рынок отходов биомассы.

Это долговременная задача, и действия правительств стран АСЕАН направлены на мобилизацию рыночных механизмов, установление регуляторных рамок и соответствующих скидок, с целью ее решения.

Аспекты законодательно-нормативной базы стран АСЕАН для развития биоэнергетики были приведены в начале этой статьи.

Индия

Общие запасы биомассы оцениваются в 350-420 млн. т ежегодно.

Эти запасы настолько велики, что сравнимы с потребляемым ископаемым топливом. Несмотря на низкую калорийность биомассы (приблизительно 40% ниже, чем ту. т.), ее полное использование может удвоить потребление энергии в Индии. Но не вся она доступна, а та, что доступна, может использоваться в других целях (например, на корм скоту). При этом коэффициент полезного действия при использовании биомассы как корма буйволам или бычкам, даже при условии их работы в течение 5 часов 70 дней в году,

составляет всего 2,5%, тогда как производство биогаза из этой же биомассы имеет энергетическую эффективность около 17%.

В сельских районах биомасса тратится, в основном, на приготовление еды и корм крупного рогатого скота (волов, буйволов и коров в Индии приблизительно по 80 млн. каждого вида, а коз около 120 млн.). Процесс приготовления еды с использованием древесины или сельскохозяйственных отходов имеет к.п.д около 10%.

Повышение эффективности использования биомассы развивается по трем направлениям: сохранение биомассы, увеличение количества биомассы и повышение эффективности производства энергии из биомассы.

Сохранение биомассы. Большое количество древесной биомассы используется в Индии для приготовления пищи, производства пальмового сахара, кирпича и обжига известняка. Многие из этих производств энергетически неэффективны. Однако внедрение новых технологий в сельских районах идет с большими трудностями и требует долгосрочной стратегии по вовлечению сельского населения в эти изменения традиционных технологий. Как положительный пример, можно привести процесс обжига кирпича при помощи блоков из мусора, который успешно применяется на 9000 объектов.

Производство биомассы. Социальная программа развития лесов увеличила с 1975 по 1990 г. площадь лесов на 15 млн. га. Индия занимает второе место в мире по пахотным землям — 160 млн. га (в Китае только 90 млн. га, а урожай — в 2 раза выше), поэтому в Индии может быть создан как минимум двойной запас по биомассе сельскохозяйственных культур, отсюда запасы биомассы могут достигать 800 млн. т против 421 в настоящее время.

Эффективное превращение энергии биомассы (биотоплива).

Газообразное топливо. При помощи дигисторов от 50 до 60% биомассы перерабатывается в газ и может использоваться как для приготовления пищи, так и для выработки механической и электрической энергии в двигателях, а отходы процесса могут использоваться как удобрение. Опилки и древесный уголь тоже могут использоваться для производства энергии, особенно в с/х районах.

Жидкое топливо. Будет очень кстати в Индии. Например, одним из основных источников сырья для производства этанола является меласса как побочный продукт сахарного производства. Этанол, который производится в Индии в настоящее

время, идет, в основном, на технические и пищевые нужды, и очень мало - в качестве топлива для автомашин. Самый простой способ выработки этанола для автомобильной промышленности - это производство его напрямую из сахарного тростника. Производство сахара в Индии на 10-15% превышает его потребление и эта разница может стать резервом для выработки жидкого топлива, что составит 2 млн. л алкоголя и заменит 20% потребляемого в стране бензина. Еще одним возможным сырьем для этанола может быть кукурузный и маниоковый крахмал, но поскольку это популярная в Индии еда, то рассматривать их как серьезную ресурсную базу нельзя. Из-за высокого соотношения количества населения на 1 га пашни использование ее для производства сырья для этанола проблематично. Производство этанола из древесины - неэкономичный процесс (160 л/тонну), поэтому единственный реальный источник сырья для этанола - сахарный тростник. Метанол имеет более широкую сырьевую базу. Для производства одной тонны этанола необходимо 2,3 т биомассы. Основные сырьевые источники — деревья тропического леса, хлопок, шелковица, стебли маниоки и т. д. Годовая выработка метанола может достигать 26 Мт. Это существенный вклад в топливную базу автомобильной отрасли, поскольку в транспорте используется 40 Мт дизеля ежегодно. При эффективном использовании древесины и увеличении площадей лесов эта выработка может достигнуть 50 Мт ежегодно.

Потенциал использования биомассы в Индии (включая когенерацию) — 19 500 МВт. В общем, Индия занимает в мире 4 позицию по выработке энергии из биомассы, а, учитывая ее огромный потенциал, может занимать и первую.

На практике в Индии биомасса применяется как для прямой генерации электроэнергии, так и через стадию газификации для выработки тепла и электроэнергии. Биогаз генерируется также для приготовления пищи и распределенной энергии.

Создана специальная правительственная организация IREDA для содействия разработке и внедрению проектов использования возобновляемых источников энергии (для биомассы — 34 проекта общей стоимостью 106 млн. долларов). При кредитовании строительства и покупки таких установок предусмотрена гибкая система скидок, позволяющая существенно снизить первоначальные затраты.

1. Производство электроэнергии из биомассы. Здесь применяется широкий спектр биотоплива — от древесины, рисовой шелухи, кокосовых

листьев и скорлупы, стеблей с/хозкультур и т. д.

На рис. 3 дана фотография когенерационного проекта с использованием в качестве топлива багассы.

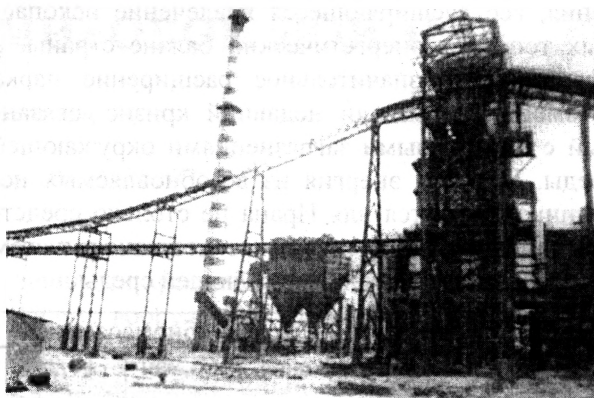


Рис. 3. Название проекта: M/s Gem Sugars Ltd

Сектор	: Когенерация
Мощность	: 22.50 MW
Стоимость проекта	: 14 M US\$
Величина займа	: 10.36 M US\$
Топливо	: багасса

2. Газификация биомассы. В Индии имеется широкий круг газогенераторов для выработки электроэнергии из биомассы мощностью от 20 до 500 кВт. Наибольший промышленный газогенератор Индии имеет мощность 1 МВт. Термические газификаторы находят применение в таких отраслях промышленности, как сталелитейная, машиностроительная, производство стройматериалов, химическая и т. д. Для теплового биомассового газификатора мощностью 1 МВт требуется 250-300 тыс. рупий инвестиций, а период окупаемости составляет от 3 до 4 лет в зависимости от типа топлива и установленной мощности.

3. Производство биогаза. Производится из бытовых и отходов животноводческих ферм. Соотношение CH_4 и CO_2 в получаемом газе — 55:45. Подсчитано, что 100 т отходов животноводческих ферм позволяет генерировать 300 кВт электричества.

Иран

Потребление нефтепродуктов на душу населения составляет здесь по данным 2000 г. более 822 кг, что почти в 4,5 раза выше, чем в Китае, кроме того 60% площади страны занимают горы, а 20% - пустыни, потому, несмотря на территорию в 1,65 млн. кв. км запасы биомассы оцениваются всего в 15, 5 млн. т нефтяного эквивалента.

Оценка стоимости энергии из биомассы для Ирана показывает, что она в 3 раза выше, чем при использовании для ее выработки традиционных источников.

Вместе с тем, резкий рост населения в течении последних 10 лет и его концентрация вблизи

крупных населенных пунктов явились существенным фактором ухудшения окружающей среды. Продолжающийся высокий темп роста населения, все расширяющееся вовлечение ископаемых топлив в энергетический баланс страны, а также весьма значительное расширение парка автомобилей вызвали недавний кризис, связанный с предельными загрязнениями окружающей среды. Поэтому энергия из возобновляемых источников является для Ирана не столько средством замещения нефти, сколько мощным рычагом борьбы с загрязнением окружающей среды.

Ресурсы сельскохозяйственной биомассы, млн	
Отходы при сборе урожая (рис, ячмень, пшеница)	14,2
Садовые отходы и отходы от агролесничества	3,3
Отходы промышленной переработки леса	0,2
Отходы риса	2,82
Багасса	0,65
Всего: Отходы леса и с/х отходы	21,17
Энергетический потенциал биомассы в Иране, т н. э.	
Сельскохозяйственная и лесная биомасса	9 159 400
Муниципальные твердые отходы	1 988 260
Муниципальные и жидкие отходы пищевой промышленности	89 360
Отходы животноводческих ферм	4 311 620
Всего:	15 548 640

Саудовская Аравия

В связи с самыми большими в мире запасами нефти на территории этой страны, в Саудовской Аравии нет экономической потребности в развитии производства электроэнергии из возобновляемых источников, а в особенности из биомассы. Из-за климатических условий и отсутствия больших водных артерий. Саудовская Аравия имеет бедный водный потенциал. Имеющиеся водохранилища служат для запаса воды и не используются для выработки электроэнергии. Из возобновляемых источников энергии в «Пустынном королевстве» используется только солнечная (например, для создания систем кондиционирования воздуха с использованием солнечной энергии). В 1999 году в этой стране был создан и первый автомобиль на солнечных батареях.

Иордания

При производстве электрической энергии в 7544 ГВт·ч, возобновляемые источники энергии в 2002 г. составляли 1%, а до 2015 их вклад возрастет до 5%. В основном, это подогрев воды для бытовых нужд солнечной энергией и ветровые электростанции.

Из проектов по использованию биомассы следует выделить станцию на анаэробном биогазе мощностью 1 МВт, введенную в действие в 2000 г., где в двигателях сжигается газ, полученный при смешивании продуктов сбраживания жидких и пищевых отходов из специальных контейнеров с биогазом городской свалки (рис. 4).

Принятая к действию программа правительства по вовлечению возобновляемых источников в энергетический баланс страны предусматривает широкое вовлечение частных инвесторов в рамках принятого плана «bield-own-operate», а также интенсивную популяризацию использования возобновляемых источников среди населения, в том числе подготовки высококвалифицированных специалистов для этого сектора энергетики.



Рис. 4. Схема станции по использованию муниципальных и пищевых отходов Аммана

Заключение

Представленный анализ состояния дел в биоэнергетике азиатского региона свидетельствует о громадных перспективах вовлечения биомассы в топливный баланс. При этом наряду с замещением ископаемых топлив, а, следовательно, и усилением энергетической независимости страны, открываются широкие возможности для снижения вредных выбросов в атмосферу и серьезного оздоровления окружающей среды.

Надеемся, что ознакомление с материалами статьи вызовет чувство удивления и горечи у специалистов-энергетиков, законодателей и членов правительства Украины, поскольку, обладая столь громадным потенциалом, в том числе и научным, Украина должна будет заимствовать опыт стран, которые в других аспектах своего развития справедливо отнесены к странам «третьего мира».

Ж. «Новини енергетики», № 2, 2005 г.

ИЗ ИСТОРИИ АВИАЦИИ. САМОЛЕТЫ СОЮЗНИКОВ ВРЕМЕН ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

Ю.В. Клеванец

Окончание (начало см. № 3 (28) 2005 г.)

«Кобры» применялись на советско-германском фронте чаще, чем другие самолеты союзников. На «Аэрокобре» летал и одержал большую часть своих побед А. Покрышкин. Относительно большое, мало нагруженное крыло придавало этой тяжело-весной (до 3,5 т) машине вполне приемлемую маневренность. Скорость тоже была неплоха. Остроносая «Кобра» имела минимальный коэффициент лобового сопротивления и, соответственно, отличные разгонные характеристики. «Кингкобра» превосходила в этом смысле даже знаменитого «Мустанга». Редкий фашистский самолет мог оторваться от «Кобры» в пикировании. Американский истребитель был оснащен тяжелым оружием — чего так не хватало истребителям советским.

Однако этот самолет имел и существенные недостатки. В значительной мере из-за них он так и «не прижился» ни в ВВС Америки, ни в Англии. Во-первых, задняя центровка самолета парировалась установкой топливного бака перед кабиной. Во время полета, таким образом, никакой задней центровки не было. Но зато она появлялась перед посадкой, когда были расстреляны патроны и израсходован бензин. То есть в самый «интересный» момент, когда не было запаса высоты для маневрирования, истребитель стремился «встать на дыбы» (печально знаменитый «плоский штопор» «Кобры»). На «Кобрах» разбилось немало летчиков, потерявших бдительность при возвращении «домой». Впрочем, как вспоминает Покрышкин, после «тяжелого» МиГа или «неуклюжего» ЛаГГа «Кобра» не казалась такой уж страшной.

Второй опасный момент Покрышкин описывает афористично: «Кобра» — ревнивая женщина и мстит тем, кто ее покидает. Необходимость парирования задней центровки заставило слишком приблизить крыло к оперению. Пилот, покидающий подбитый самолет, рисковал из-за этого получить удар стабилизатором.

Тем не менее в опытных руках «Кобра» была грозным оружием. «Кингкобры» же по приказу

Сталина вообще не попали на фронт, ими, оснащенными крылом с «ламинаризованным» профилем, вооружались дивизии ПВО вокруг Москвы — «на черный день».

Ретивый «Мустанг»

Р-51 фирмы «Норт Америкен», конструкторы Раймонд Расс и Эдгар Шмуд.

«Мустанг» изначально был очень амбициозным проектом. Его авторы, создавая этот самолет сопровождения, хотели получить большую скорость, дальность и высотность одновременно. Кроме того, этот истребитель не должен был бояться ближнего боя (а для этого — обладать достаточной маневренностью и вооружением). Заплатить за все эти желания конструкторы собирались хорошей общей аэродинамикой и установкой «ламинаризованного» крыла — впервые в практике мирового самолетостроения. Ламинаризованное крыло набрано из специальных профилей, которые гарантируют ровное, гладкое обтекание (lamina — «гладкий») на значительной части его поверхности при полете на крейсерской скорости. Такое обтекание должно обеспечить малое сопротивление крыла при больших скоростях полета.

Желания конструкторов были велики, расчеты внушали уважение, но в реальности «Мустанги» первых выпусков походили скорее на гадких утят: «родной» американский мотор «Аллисон» в 1150 лошадиных сил с трудом «тянул» машину массой более 4-х тонн. От армейских летчиков поступило предложение установить на истребитель английский двигатель «Мерлин» такого же литрового объема, но немного более высокооборотистый (английские моторостроители за счет форсирования довели его мощность до 1450 л.с.). «Мерлин» стали производить в Америке по лицензии как «Паккард-1650». Большой высотности добились установкой двухскоростного нагнетателя с приводом от двигателя. С новым мотором «Мустанг» буквально ожил и подтвердил все выкладки его разработчиков. Вариант Р-51С имел высотность

более 12 километров, дальность до 3,5 тысяч километров (с подвесным баком), скорость до 700 км/ч. Вооружение — 4 крупнокалиберных пулемета в крыле и до 900 кг бомб. Размеры и взлетная масса приближались к советскому Ил-2. «Мустанг» благодаря отличной аэродинамике, сильно разогнался в пикировании (до околозвуковых скоростей) и затем, после перехода в горизонтальный полет, еще некоторое время поддерживал скорость, намного большую своей максимальной — как лыжник, катящийся с горы. Этот действительно выдающийся самолет производился в нескольких модификациях с постепенным увеличением мощности двигателя и усилением вооружения. Он был «королем» высоты. Немецкие или японские истребители — перехватчики были в целом «средневысотными» самолетами. Они с трудом забирались на высоты, на которых шли армады американских «летающих крепостей». Но на этих высотах их встречали разогнавшиеся в падении с еще больших высот «Мустанги», не оставляя противнику почти никаких шансов на победу.

И, хотя на высотах ниже 6 км тяжелый «Мустанг» был «увальнем», а особенно — на малых скоростях (полностью загруженный, он очень тяжело взлетал и плохо разогнался), американцы все равно считают его лучшим истребителем в мире. До конца войны было выпущено 14500 П-51. Этот истребитель еще много воевал и после Второй Мировой, защищая ценности «свободного мира» во многих военных конфликтах.

Гром и молния!

П-47 «Тандерболт» фирмы «Рипаблик», главный конструктор Александр Картвели.

П-38 «Лайтнинг» фирмы «Норт Америкен», главный конструктор К. Джонсон.

П-47 был закуплен Советским Союзом сперва для испытаний вместе со знаменитым «Мустангом». Испытывал оба самолета Марк Галлай. Его мнение о «Мустанге»: «тяжеловат, вяловат». О «Тандерболте»: «это не истребитель». Тем не менее, оба самолета были очень любимы американскими летчиками и применялись союзниками очень широко.

«Тандерболты» были закуплены в СССР в количестве 200 штук и применялись в морской авиации в качестве пикирующих бомбардировщиков и самолетов сопровождения (П-47 мог брать бомбовый груз несколько больший, чем Пе-2, очень хорошо, «устойчиво» пикировал и имел большую дальность). В целом же и по размерам, и по поведению, и по взлетной массе «Тандерболт» был по-

хож на Пе-2, однако скорость его была значительно выше (особенно на больших высотах). Впрочем, он и был построен как высотный самолет.

Основная идея этого истребителя — сочетание сверхмощного по тем временам мотора с турбонаддувом, повышающим высотность и крыла, по форме близкого к эллипсу.

Интересно, что английские летчики, ознакомившись с П-47, говорили, что на таком большом самолете пилот может избежать огня противника, бегая по его кабине. «Тандерболты» (фронтальная кличка «Джаг») применялись американцами, англичанами, войсками «Свободной Франции» как ударный и противокорабельный самолет и истребитель сопровождения. Всего было построено более 15 тысяч П-47.

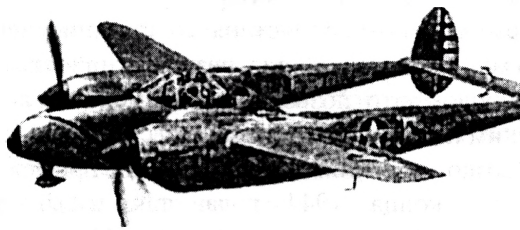


Эскадрилья «Тандерболтов»

Двухмоторный истребитель П-38 «Лайтнинг» фирмы «Локхид» (главный конструктор К. Джонсон) строился как самолет сопровождения, как истребитель-бомбардировщик и разведчик. Основная идея этого самолета заключается в том, что общая («омываемая») площадь двухмоторного двухбалочного самолета — «рамы» всегда хоть на немного меньше, чем у аналогичного самолета «нормальной» схемы. Отсюда можно ожидать несколько меньшую силу сопротивления и несколько большую скорость при маневренности не худшей, чем у «нормального» двухмоторного самолета. Известные «рамы»: советский Су-12, немецкий Фв-189, американский «Лайтнинг» — являются подтверждением правильности таких ожиданий.

П-38, довольно тяжелый самолет (от 7,8 до 9,9 тонн взлетная масса — то есть от советских СБ до Пе-2) развивал скорость от 590 до 670 км/ч в разных модификациях, был вооружен 4-мя крупнокалиберными пулеметами и одной 20-мм пушкой и имел дальность до 3,6 тысяч километров (с подвесными баками) и высотность до 13 км — за счет установки «фирменного» американского турбонаддува. Еще одно новшество — П-38 был оснащен (по-

видимому, впервые в мире) гидроусилителями руля. Кроме того, «Лайтнинг» мог брать до 1400 кг бомб. Как самолет сопровождения он был очень хорош, хоть и не прославился громкими делами. Зато когда командование африканских войск союзников попробовало использовать его в качестве фронтового самолета — начались большие потери.



«Лайтнинг»

На «Лайтнинге» воевал и погиб самый знаменитый француз XX века, Антуан де Сент-Экзюпери. На нем же летал американский ас Ричард Бонг (40 побед).

Предваряя описание «легких» и «средних» американских бомбардировщиков, нужно сказать, что ни один из них, за исключением, может быть, А-26 (который был, по сути, уже послевоенным самолетом), не был выдающейся машиной. По сравнению с лучшим советским бомбардировщиком — Ту-2 всех их портила перегруженность (слишком много оборонительных пулеметов, и, соответственно, слишком велик экипаж). Вместе с тем это были довольно скоростные самолеты, удобные в полете для пилотирования с передовым на то время приборным оборудованием.

Морская душа

А-20 «Бостон» или «Хэвок» фирмы «МакДоннел Дуглас», главные конструкторы Джон Нортроп и Эдвард Хайнеманн.

Б-25 «Митчелл» фирмы «Норт Америкен».

Оба этих бомбардировщика в больших количествах поставлялись в СССР. В Советском Союзе они считались неплохими самолетами, но с особенностями.

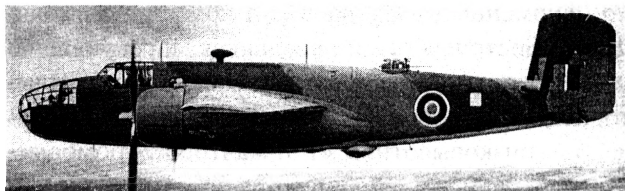
Между тем в самих США А-20 создавался не как бомбардировщиком, а как ударный самолет (attack aircraft). Для бомбардировщика он по американским меркам «маленький» («всего» до 12 тонн взлетная масса — как у советского Ту-2). А-29 имел дальность немного большую, чем у советского Пе-2, скорость и бомбовое вооружение — примерно такие же. Конструкция на советский взгляд была «слабовата». Когда один из са-

мых прославленных летчиков-бомбардировщиков И.С. Полбин по-своему «погонял» «Бостон», то на обшивке крыла после полета обнаружили рифление. Поэтому А-20 почти не применялся на сухопутном советско-германском фронте. Однако А-20 имел и большие достоинства — высокую скорость, надежность (ресурс двигателей — 500 часов, что в несколько раз больше любого советского мотора), простоту пилотирования и, конечно, фирменный американский комфорт для экипажа. «Бостоны» были переданы в морскую авиацию и там они постепенно вытеснили Ил-торпедоносцы. Кроме того, на А-20 удачно получалось низковысотное «топ-мачтовое» бомбометание (так, между прочим, «работали» и американские «Хэвоки»). Концепция «ударного самолета» предусматривала мощное пулеметное вооружение. И действительно — А-20 мог стрелять вперед сперва из 4, а затем — из 6-ти крупнокалиберных пулеметов. Это повышало его ценность в атаках на морские цели. А-20 применялись союзниками на Тихом океане, в Европе и в Африке. Всего было выпущено таких самолетов.

Дальнейшее развитие «Бостона» — А-26 «Инвейдер». Новый самолет оснащался 2000-си-льными двигателями, «ламинаризованным» крылом, радаром и пулеметными башнями с АСУ по типу того, как это было на «Сверхкрепости». Бомбовая нагрузка по сравнению с предшественником увеличилась в 2 раза (до 1800 кг), скорость — до 600 км/ч. Американцы считают А-26 лучшим бомбардировщиком — ударным самолетом Второй мировой войны, хотя он и уступал советскому Ту-2 по грузоподъемности и высотности. Кроме того, А-26 не мог бомбить с пикирования. Отдельные экземпляры А-26 летают и по сей день (правда, уже не по основному назначению, а как раритет).

Б-25 «Митчелл» также шел в СССР в основном в морскую авиацию. Имея значительную по советским меркам взлетную массу (12-16 т) и высокую скорость взлета и посадки, эти машины были более требовательны к аэродромам, чем советские, даже не смотря на то, что оснащались шасси с носовым колесом. Во фронтовых условиях применение Б-25 сочли сложным. Сравнить этот самолет можно с Ил-4 и с Ту-2. Взлетная масса — несколько больше, чем у советских самолетов, дальность — немного больше, чем у Ту-2, но меньше, чем у Ил-4. Бомбовая нагрузка и скорость — также где-то посередине между аналогичными показателями советских самолетов. Вы-

сотность — ниже. Заметное отличие в лучшую сторону — в удобстве управления на курсе (особенно по сравнению с Ил-4) и наличие мощного пулеметного вооружения (3-5 пулеметов по 12,7 мм, стреляющих вперед и до 6-ти — назад). Всего «Митчеллов» было изготовлено более 11 тысяч штук, они применялись всеми союзниками на всех театрах военных действий. В Америке эти бомбардировщики до сих пор летают на парадах.



Бомбардировщик «Митчелл»

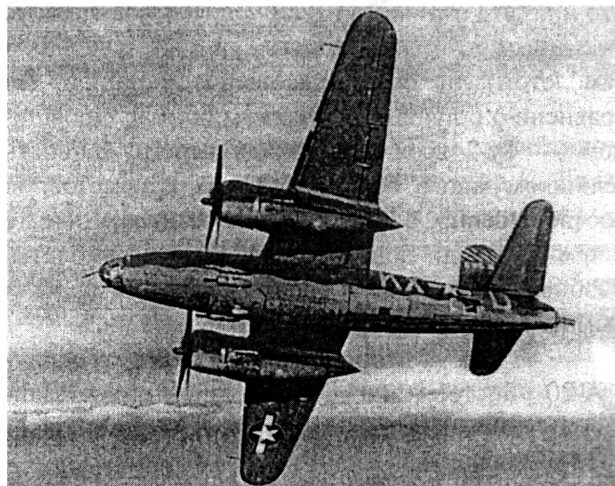
Самый знаменитый эпизод применения Б-25 — это так называемая «миссия Дж. Дулиттла», когда 16 самолетов, стартовав в апреле 1942 года с авианосца «Хорнет», нанесли удар по Токио. Экипажи этих бомбардировщиков можно сравнить с Матросовым и Гастелло: они знали, что не смогут вернуться. Три Б-25 из этой группы долетели до советского Владивостока, еще четыре — до территории китайского Гоминьдана, остальные разбились в той части Китая, которая была занята японцами.

Плохой хороший самолет

Говоря о средних американских бомбардировщиках, нельзя не упомянуть Б-26 «Мародер» фирмы «Мартин». Спроектированный и построенный в 1942 году, этот самолет с одной стороны вообрал в себя все технические новшества того времени, а с другой — его идеи были слишком амбициозны. Создатели самолета хотели достичь и большой дальности, и высокой скорости, и установить мощное защитное вооружение. Что получилось?

Дальность оказалась неплохой (до 2500 км), однако меньше, чем у советских дальних бомбардировщиков Ер-2 и Ил-4. Защитное вооружение было по-американски впечатляющим — 5-6 тяжелых пулеметов могли стрелять вперед, шесть — назад. Скорость тоже велика: крейсерская — до 440 км/ч (как у Ту-2 с двигателями М-82). Однако все эти достижения куплены слишком дорогой ценой, масса Б-26 доходила на взлете до 17 тонн, тем самым этот самолет перешел некую невидимую границу, отделяющую удачные конструкции от неудачных, в части, постройки двухмоторных бомбовозов 40-х годов прошлого века. Двигатели с трудом «тянули» слишком тяжелую машину: на высоту в 4,5 км «Мародер» с полной нагрузкой

забирался только за полчаса. Скорости взлета и посадки превысили 170 км/ч и несмотря на шасси с носовым колесом, самолет был неустойчив на этих режимах. Обучение фронтовых летчиков сопровождалось немалым количеством катастроф — отсюда и кличка «Фабрика вдов». Тем не менее, самолет был освоен и применялся американцами на Тихом океане и в Европе. На Европейском ТВД экипажи «Мародеров» в отсутствие серьезного противодействия со стороны немцев показали очень хорошую результативность бомбардировок, что позволяет современным американским исследователям хвалить самолет. Однако все резко изменилось в короткий промежуток времени конца 1944 года, так называемого «контрнаступления в Арденнах». Несмотря на напор Красной Армии с востока и мощные бомбардировки союзной авиации на западе, немцы смогли собрать мощный кулак из «Тигров» на земле и лучших истребителей (в том числе — реактивных) в воздухе. За два дня боев 23 и 25 декабря «Мародеры» понесли потери, сопоставимые со всеми боевыми утратами, бывшими до того.



Б-26 — «Мародер»

Всего Б-26 было выпущено более 5000 штук.

В США производился серийно и воевал еще один «средний» бомбардировщик, но он был переделкой гражданского самолета, из-за этого его боевые качества посредственны.

Освободители и крепости

Б-24 «Либерејтор» фирмы «Консолидейтед», главный разработчик Айзек МакЛэддон.

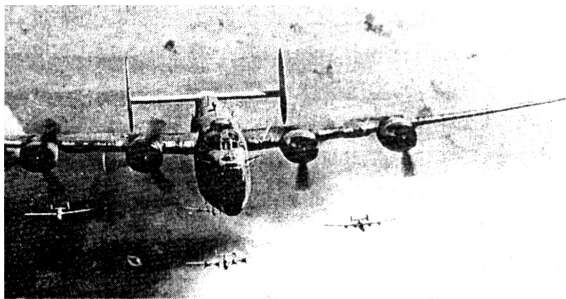
Б-17 «Флайн фортресс» фирмы «Боинг».

Своим появлением на свет похожий на бегемота Б-24 обязан достижению американских аэродинамиков. В конце 1930-х годов ими были разработа-

ны крыльевые профили, имеющие, несмотря на большую толщину, низкий коэффициент сопротивления. Это дало конструкторам возможность установки на бомбардировщики крыльев больших размеров (то есть с повышенной несущей способностью) без проигрыша в скорости и в массе конструкции (за счет большей толщины крыла можно было утоньшить стенки несущих элементов).

Если же мы сравним тяжелый (до 27-ми тонн) четырехмоторный «Либереитор» с советскими самолетами, то увидим, что по бомбовой нагрузке, дальности, скорости, высотности он находится либо на уровне двухмоторных Ту-2, Ер-2 или самолета «102» конструкции Мясищева, либо если превосходит их, то не намного.

Зато оборонительное вооружение «американца» очень сильно (9-11 крупнокалиберных пулеметов), как и у других бомбардировщиков производства США. Кроме того, самолет оснащался бортовой РЛС. Экипаж, соответственно, тоже велик (до 10 человек). Отсюда и большая взлетная масса.



«Либереитор»

Всего Б-24 было выпущено 18 тысяч штук — больше, чем каких бы то ни было бомбардировщиков в любой из стран мира. Огромные массы «Либереиторов» методично утюжили территорию Германии и ее сателлитов. Б-24 использовались также в Великобритании. СССР проявил интерес к этому самолету, однако власти США, не очень доверяя своему союзнику, затянули дело с поставками даже для его испытания.

Б-17 — единственный из серийных тяжелых самолетов союзников выпуска до 1944 года, который можно сравнить с советским ТБ-7 (Пе-8). Двигатели с системой турбонадува позволяли «Крепостям» летать на высотах в 10 километров.

Американцы 1930-х годов не могли себе представить, что кто-то может напасть на их страну на суше, поэтому первоначально Б-17 разрабатывался как противокорабельный патрульный самолет. Однако со временем требования изменились и окончательно свой облик тяжелого высотного

бомбардировщика, вооруженного 12-ю пулеметами, самолет обрел к концу 1941 года

Первый налет на Европейском ТВД «Крепости» совершили 17 августа 1942 года — тогда они бомбили железнодорожную станцию Руан. Первоначально считалось, что масса «Крепостей» в плотном строю сама может защитить себя от немецких перехватчиков. Однако дневные рейды на континентальную Европу приносили все-таки слишком много потерь. Поэтому налёты Б-17 стали проводиться по ночам, а днем только с истребителями прикрытия.

Всего было выпущено более 12 тысяч Боингов Б-17, они стояли на вооружении в США и Великобритании и применялись как на Европейском, так и на Тихоокеанском ТВД. Фирма от серии к серии модернизировала свой самолет: усиливала оборонительное вооружение, бомбовую нагрузку (которая была доведена до 7 тонн), установила РЛС и так далее. Был изготовлен и вариант «летающей бомбы», управляемой по радио. Летчики, взлетев на забитом взрывчаткой самолете, выйдя на курс, покидали машину, дальше её вёл до цели оператор с другого самолета.

Прорыв в новое качество

Б-29 «Суперфортресс» фирмы «Боинг», главный конструктор Асен Иорданов (Джорданов).

Для того чтобы построить «Суперкрепость» надо было решить несколько принципиальных проблем, которые до того в столь больших масштабах никем в мире не решались.

Во-первых, создать довольно большие гермокабины с многочисленными выводами тяг, тросов, проводов, трубок. Кабины эти должны были выдерживать циклические нагрузки (наддув воздуха — сброс воздуха) и давать возможность экипажу аварийно покинуть самолет на высоте.

Во-вторых, исключить возможность явлений резонанса от вибраций в невиданно длинных и широких силовых элементах конструкции. Так как колебаний оболочек, балок, агрегатов в такой большой машине все равно не избежать, то следовало выявить допустимые колебания (или допустимые пределы колебаний), а с остальными вести решительную борьбу.

В-третьих, Б-29 был оснащен впервые в мире электронной АСУ, включающей бортовую аналоговую ЭВМ, соединенную с бортовой РЛС и решающую задачи управления самолетом (прокладка маршрута, автопилот), управления оружием (пулеметные башни с электрогидравлическим приводом), задачи радиоэлектронной борьбы

(выявление облучения вражескими радарами). Следовательно, перед разработчиками вставала и дополнительная задача исключения взаимного влияния разных бортовых электронных и радио-приборов друг на друга.

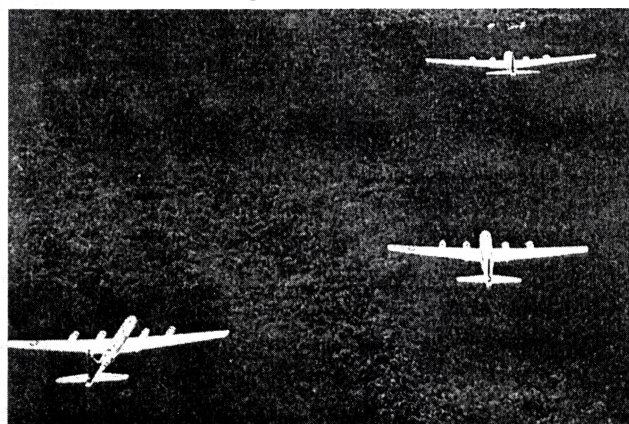
В-четвертых, нагрузки на крыло Б-29 достигали 350-и кг на квадратный метр (вдвое больше принятых тогда «средних» показателей), из-за этого посадочная скорость доходила до 250 км/ч, что требовало новых решений как в силовой схеме крыла, так и в применении посадочной механизации.

Были и другие, сравнительно «мелкие» проблемы: исключение обледенения на больших поверхностях самолета, изготовление особых высотных прицелов и так далее.



«Суперфортеcss» — Б-29

История создания Б-29 драматична: были и удачи, но были и катастрофы. Талант разработчиков, возможности американской промышленности и знаменитая напористость янки превозмогли все проблемы: в 1943 году новая машина с огромной для того времени взлетной массой в 56 тонн была принята на вооружение. Скорость этой громадины доходила до 576 км/ч на высоте 7,5 км, дальность-до 5,3 тысяч километров. С такими небывалыми до того показателями Б-29 стал «первой ласточкой» эпохи ядерного противостояния великих держав.



Строй Б-29 возвращается на аэродром на о. Гуам

Надо сказать, что, несмотря на большие размеры, внутренняя компоновка «Суперкрепости»

была очень плотной. Сразу же за передней герметичной кабиной, состоящей из цилиндрической обечайки и двух полусферических стенок, начинался большой бомбоотсек (нос самолета был полусферическим, и это придавало Б-29 характерный внешний вид: такая форма выбрана из условия облегчения прочностного расчета — конструкторы «осторожничили» в новом для себя деле) Над бомбоотсеком шел лаз в виде трубы из носовой кабины в центральную. В центральной кабине — бытовой отсек с полками для сна, столиком, туалетом и пост стрелка с прозрачным куполом. В бою стрелок должен был наводить на противника перекрестье прицела на куполе. Одновременно с перемещениями прицела в некую точку пространства, высчитанную в угловых координатах с учетом скорости самого бомбардировщика, скорости цели и «мертвых зон», образованных элементами конструкции самого Б-29, сходились стволы пулеметов четырех башен с носа и с кормы самолета.

За центральной гермокабиной — негерметичный отсек оборудования, силовой набор оперения и гермокабина хвостового стрелка.

Новая машина методично и интенсивно испытывалась. После испытаний и принятия в начале 1944 года решения о постановке на вооружение и о серийном выпуске начались столь же методичные и интенсивные тренировки уже военных экипажей. С июня 1944 года армады Б-29 начали перегонять на Тихоокеанский театр военных действий через Южную Америку и Африку. Японская разведка при этом отслеживала полет каждого бомбардировщика, а радио Токио назойливо передавало веселую музыку например, «для второго пилота Джона Томсона с самолета №..., у которого в его родном Оклахома-Сити на такой-то стрит осталась жена Мэри и трое детей».

На аэродромах Индии и Индокитая накапливались невиданные до того силы. Но...чуда не произошло. При бомбардировке с большой высоты «Суперкрепости» не попадали в узкую линию окопов и блиндажей, а на малой высоте они сами были хорошей мишенью. Б-29 «нашли себя» как разрушители узловых железнодорожных станций, заводов, портов и городов. Именно применение «Суперкрепости» вызвало появление словосочетания «ковровая бомбардировка», а счет гражданских жертв (даже без Хиросимы и Нагасаки) там, где применялись эти самолеты, во много раз превысил военные потери противника.

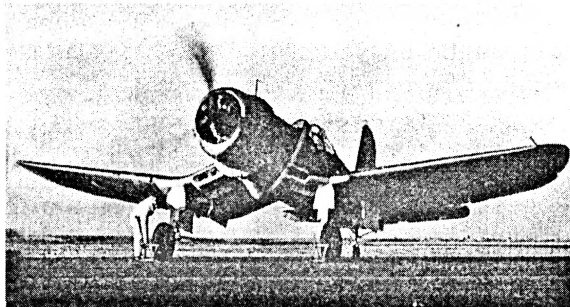
Четыре Б-29, поврежденные японской ПВО или заплутавшие, оказались на советском Дальнем Востоке. По условиям нейтралитета с Японией их экипажи были отправлены в лагеря, а самолеты интернированы. Затем в 1945 году последовал безапелляционный приказ Сталина: самолеты разобрать, скопировать и наладить выпуск копий. Главным в этой работе был назначен А.Н. Туполев.

У Туполева к тому времени созрел собственный проект стратегического самолета, но, тем не менее, решение Сталина было правильным. Туполев не смог бы модернизировать всю систему советской промышленности и даже в какой-то мере — науки. С копированием Б-29 такая модернизация фактически произошла. Металлурги научились прокатывать дюралевые листы нужной толщины и ширины, были внедрены в производство новые литейные алюминиевые сплавы, литейные и прессующиеся марки пластмасс, стеклопластики, полупроводниковые материалы и приборы из них, вновь, хоть поначалу и негласно, поднялась кибернетика, появились собственные программисты. В 1947 году копия Б-29, самолет Ту-4, был испытан и пошел в серийное производство. Пулеметы в башнях при этом были заменены пушками калибром по 20 мм, поэтому Ту-4 оказался примерно на 270 кг тяжелее прототипа. В дальнейшем, с оснащением этого самолета системой дозаправки в воздухе, Ту-4 стал по-настоящему стратегическим.

Корсар и кошки

Ф4Ф «Уайлдкэт», Ф6Ф «Хеллкэт», Ф8Ф «Биркэт» фирмы «Грумман». Разработчики Ле Рой Грумман, Вильям Швендлер, Леон Свирбул.

Ф4У «Корсар» фирмы «Чанс Воут», главный конструктор Рекс Бейсел.



«Корсар»

Самолеты, базирующиеся на авианосцах, должны отличаться от сухопутных собратьев во-первых, складывающимся крылом для удобства хранения в трюмах, во-вторых, наличием хво-

стового крюка, который выпускается при посадке и, цепляясь за тросы с грузами, помогает гасить скорость. В-третьих, колеса палубных самолетов, как правило, меньше, чем у «сухопутных» и оснащены пневматиками высокого давления. Но шасси должны быть длинными с большими ходами амортизаторов, чтобы гасить удары о качающуюся палубу.

В-четвертых, морские самолеты должны обладать некоторым запасом плавучести, хотя бы для того, чтобы экипаж успел покинуть аварийно приводнившуюся машину.

В США, омываемых с двух сторон океанами, уделялось большое внимание развитию авиации флота. «Экологическую нишу» поставок самолетов морского базирования уже давно занимает фирма «Грумман».

Консервативное командование флота придерживалось мнения о необходимости медлительных бипланов из условия посадки на палубу авианосца, приоритеты были изменены в пользу моноплана только после того, как стало известно о японских разработках. Палубный истребитель, с которым американский флот встретил войну, Ф4Ф — это, по сути, переделка биплана.

Всего Ф4Ф было построено более 7800 штук, они сражались всю войну. Однако этот небольшой по американским меркам истребитель по сравнению с машинами противника был велик и тяжеловесен. Конструкторы стремились обеспечить ему большую скорость, дальность, вооружение и маневренность с одной стороны, а с другой — применяли для этого «стандартные» американские решения. Например, вооружение (6 пулеметов калибра 12,7 мм) разместили в крыле. Значит, следовало ожидать уменьшения маневренности. Чтобы повысить маневренность, увеличили крыло (до 24 кв. метров; для сравнения — у «тяжелого» советского истребителя Ла-7 площадь крыла 17,6 кв. метров). Отсюда нужно ждать увеличения массы и падения скорости.

Если мы еще раз обратимся к Ла-7, то увидим, что взлетная масса у него 3,4 – 3,5 тонны, скорость — 680 км/ч, мощность двигателя — 1850 л.с. У «Уайлдкэта» мощность двигателя 1200 л.с., а масса — 3,6 тонны. Поэтому и скорость была маленькой (512 км/ч), и скороподъемность тоже. Добавим к этому архаичную конструкцию шасси с узкой колеей и заметный «горб», с помощью которого разработчики хотели улучшить обзор для пилота.

Японские летчики по-самурайски презирали

противника. Ф4Ф они называли «бутылкой из-под сакэ». Действительно, американцы побеждали в боях, только используя прием «бей-беги» (hit and run) или численное превосходство. Тем не менее «Уайлдкэты» применялись во всех сражениях авианосных эскадр, в боях в Индокитае и за острова. Надо отдать должное пилотам, выучка которых была настолько высока, что позволяла воевать и на таких посредственных истребителях. На Ф4Ф летал американский ас Эдвард О'Хара, именем которого назван аэропорт в Чикаго.

Ф6Ф был сделан той же фирмой на замену «Уайлдкэту». Цель разработки — превзойти японцев не только по численности, но и качеством. По мнению советских пилотов, видевших новый американский истребитель, он был велик «как дом». Разработчики установили на свое детище двигатель в 2000 л. с., борясь за маневренность — увеличили размеры крыла до рекордного 31 квадратного метра. Установленное на истребитель шасси было настолько длинным, что для улучшения обзора пилота потребовалось повернуть вниз ось вала двигателя. Зато оно давало возможность безаварийно садиться даже с вертикальной скоростью в 4,27 м/с. «Хеллкет» имел увеличенную по сравнению с предшественником скорость, достаточно большую скороподъемность (за счет на много более мощного мотора) и действительно заставлял задуматься пилотов противника, хотя и в целом не превосходил знаменитые «Зеро». Всего Ф6Ф было выпущено более 12000 штук.

Следующая разработка «Груммана», истребитель Ф8Ф «Биркэт», был уменьшенной копией «Хеллкэта», но с тем же двигателем. Скороподъемность нового самолета возросла до уровня аналогичных показателей лучших советских и японских истребителей, скорость также подбиралась к 700 км/ч. Конструкторы в борьбе за уменьшение массы применили «толстые» крыльевые профили, подобные тем, что были на «Либерейторах». Однако они столкнулись с проблемами, характерными для советского истребителя И-16: на малых скоростях «Биркэт» был строг и неустойчив. Несмотря на это, а также на уменьшение в 2 раза дальности полета по сравнению с предшественником, в конце весны начале лета «Биркэты» были развернуты в войсках и авианосных соединениях, окружавших Японский архипелаг. После Второй Мировой войны Ф8Ф воевали во многих локальных конфликтах.

Ф4У «Корсар» так же, как и Ф6Ф, строился на замену «Уайлдкэту». Однако введение его в

строй было затянато из-за специфических проблем, явившихся следствием выбора аэродинамической схемы этого самолета. Инженеры «Чанс Воут», так же, как и разработчики «Биркэта», стремились уменьшить линейные размеры своего самолета. Возникающую при этом неустойчивость, которая усугублялась выбором воздушного винта большого диаметра (4 м, для сравнения: у «Мессершмитта» диаметр винта 3 м) было решено парировать использованием большого крыла (29 кв. метров) формы «обратная чайка». Кроме увеличения устойчивости, такое крыло еще уменьшало длину стоек шасси и давало прирост подъемной силы при обдуве струей от винта (эффект, использованный в СССР конструктором Бартини).

Вот тут-то и скрывался «подводный камень», задержавший поставки «Корсаров» в авианосные силы до 1944 года: при посадке на авианосец пилот, как правило, резко убирает газ. В этот момент эффект прироста подъемной силы от обдува исчезает, самолет быстро «приседает» или даже проваливается — в зависимости от высоты. Конструкторам пришлось долго мучиться с механизацией крыла (закрылками) для исключения возможности аварий от таких «приседаний». Посадочная механизация сыграла и еще одну добрую службу: летчик «Корсара» выпустив в бою закрылки, уравнивал маневренность по горизонтали своей заведомо более тяжелой машины с истребителями японцев. «Корсар» был, таким образом, первым американским самолетом, не уступавшим или превосходившим противника по всем показателям. В сухопутных авиационных частях Ф4У применялись с 1943 года.

Всего «Корсаров» было выпущено более 10 тысяч штук, они долго стояли на вооружении многих стран. В Гондурасе эти самолеты были выведены из строя только в 1978 году.

Технические шедевры

ДС-2/ДС-3/С-47 «Дакота», «Скайтрэйн», «Гу-ней Берд», Ли-2 фирмы «МакДоннелл Дуглас», главный конструктор Асен Йорданов.

ПБИГРЕК-28 «Каталина», фирма «Консолидэйтэд» главный разработчик Айзек МакЛэддон.

Оба этих самолета применялись более полувека с начала производства. «Дугласы» кое-где летают и по сей день. По долговечности с ними могут сравниться разве что «кукурузники» У-2 и Ан-2 советского производства. Столь долгая эксплуатация говорит об исключительной надежности обеих

машин, правильном выборе всех их параметров. ДС-2 и его развитие ДС-3 по сути, положили начало регулярных пассажирских перевозок Америки и многих других стран. На первый взгляд в этом самолете нет ничего потрясающего или оригинального. В этом смысле он даже и не похож на «американца». Взлетная масса — около 11 тонн, скорость крейсерская — около 300 км/ч, дальность до 2400 км, вместимость 21—24 пассажира. На 1935 год все это очень хорошо, но не грандиозно. Все «изюминки» этого самолета скрыты от поверхностного взгляда. Самое главное — попадание «в десятку» в выборе того, что называется винтомоторной группой. Двигатель не самый мощный, но зато с большим ресурсом, понижающий редуктор, винт довольно большого диаметра и шагом, устанавливаемым автоматически в зависимости от оборотов (все это повышает силу тяги). Многолонжеронное крыло повысило живучесть самолета (выполнение задания при наличии повреждения). Крыльевая механизация (закрылки) давала дополнительные возможности для маневра на малых скоростях. Просторная кабина оснащалась большим грузовым люком (в грузовом варианте — еще и кран-балкой), чтобы ускорить погрузку-выгрузку. Эксплуатация ДС-2/ДС-3 приносила реальную прибыль, и к концу 1930-х годов они вытеснили с рынка многие другие типы самолетов. Фирма продавала лицензии на производство в разные страны, в том числе в СССР (где самолет выпускался под названием Ли-2) и в Японию.

Во время войны ДС-2 и ДС-3 и их модификации стали транспортными. Нет такой операции на Западном, Восточном или Тихоокеанском ТВД, где бы не принимали участие эти машины. На Тихом океане они использовались по обе стороны фронта. Часть советских Ли-2 были переоборудованы в бомбардировщики и немало повоевали в таком качестве. После Победы эти самолеты вновь стали основными на гражданских воздушных линиях ряда стран, в том числе и СССР. За время войны было построено 11 тысяч «Дугласов» всех вариантов.

Тяжелых летающих лодок «Каталина» всего было выпущено 3000 штук. По лицензии под маркой ГСТ этот самолет производился в СССР. Всего вместе с купленными в Советском Союзе летало

около 1000 «Каталин». По своей идеологии эта амфибия повторяла ДС — поменьше оригинальности, побольше надёжности. Низковысотный и не очень скоростной, но зато с большими дальностью и грузоподъемностью, неплохим защитным вооружением, этот самолет прикрывал морские транспортные конвои, бомбил подводные лодки и надводные корабли противника, был спасательным, транспортным, связным и разведывательным самолетом. Так, например, английская «Каталина» первой обнаружила немецкий линкор-рейдер «Бисмарк» в мае 1941 года и навела на него свою эскадру.

В этом очерке кратко рассмотрены основные (но не все) самолеты союзников СССР во Второй Мировой войне. В заключение можно сказать, что особенности войны на Западе и на Тихом океане предъявляли к самолетостроителям несколько иные требования, чем условия в основном сухопутного советско-германского фронта. А поэтому и самолеты производства Великобритании и США отличались от советских. Однако можно заметить, что наряду с хорошими и даже выдающимися машинами в обеих странах производились и стояли на вооружении и весьма «средние» самолеты. То есть мы видим пример того, что «свободные» страны не продемонстрировали такой способности определять наиболее важные приоритеты и концентрировать усилия на этих направлениях, как это было в Советском Союзе.

Литература

1. Американские военные самолеты Второй Мировой войны. М., 2002.
2. Английские военные самолеты Второй Мировой войны. М., 2002.
3. В. Е. Юденко. Самолеты СССР Второй Мировой войны. М., 2003.
4. Г. Корюхин. 50 лучших истребителей Второй Мировой войны.
5. С. Сидоренко. Истребитель «спитфайр». М., 2002.
6. В. Швабдиссен. Сталинские соколы. Мн., 2004.
7. Л. Кербер. Туполев. М., 1999.
8. В. Шавров. История конструкций самолетов в СССР. 1938-1950 годы. М., 2002.

СТАЛЬНОЙ МАГНАТ БЛАГОТВОРИТЕЛЬНОСТИ

Рано или поздно над вопросом социальной ответственности начинает задумываться каждый по-настоящему богатый человек. Но еще в начале XX века один из богатейших людей планеты, миллиардер Эндрю Карнеги, в свое время изрядно поэксплуатировавший своих рабочих и спровоцировавший кровавый разгон забастовки, потратил большую часть своего состояния на благотворительность. Благотворительность помогла ему не столько сделать мир лучше, сколько побороть депрессию и заглушить голос совести.

Лев Синебрюхов

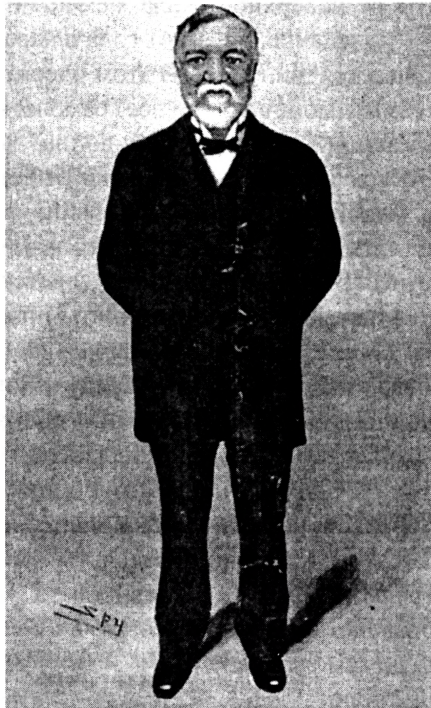
Как-то в 1843 году учительница начальной школы в шотландском городе Данфермлин попросила восьмилетних малышей рассказать, какие места они помнят из Библии. Когда очередь дошла до Эндрю Карнеги, он бойко отчеканил: «Следует позаботиться о пенсах, тогда фунты сами появятся». Немало удивленная новым толкованием слова Божьего учительница поинтересовалась, с чего же он взял, что это слова из Библии? На что юный Карнеги ответил: «Потому что моя мама говорит их каждое утро». И хотя скоро Эндрю Закон Божий выучил, мамини слова значили для него гораздо больше.

«Инвестиции вдоль путей»

Эндрю Карнеги (Andrew Carnegie) появился на свет 25 ноября 1835 года в семье ткача Вильяма и дочери сапожника Маргарет. Трудно было найти столь непохожих людей. Вильям Карнеги — человек слабый и безвольный, Маргарет же, наоборот, — честолюбива до агрессивности.

В свое время Вильям неплохо зарабатывал, но в 1840-е годы станки стали быстро вытеснять ручной труд. Скоро семья Карнеги жила лишь на заработок матери Эндрю, которой пришлось вспомнить шитье обуви.

Но амбициозная Маргарет нашла выход, читая письма своей сестры из США. Та писала, что для простых работяг это страна больших возможностей, и звала семейство Карнеги к себе. В 1848 году последнее сопротивление мужа было сломлено. Карнеги погрузились на парусник «Вискассет» и через 50 дней изнурительного плавания были в Нью-Йорке. А еще через три недели обосновались в городке Олджени в штате Пенсильвания (ныне часть города Питтсбург). Как потом вспоминал



Карнеги, «дым был повсюду и проникал во все щели. Сажа въедалась в волосы, раздражала кожу, все делало жизнь в этом месте невыносимо жалкой». Но уже через несколько дней Эндрю смог устроиться на работу мотальщиком на ткацкой фабрике с окладом доллар с четвертью в неделю. В следующем году Эндрю переквалифицировался в посыльного в телеграфном отделе Пенсильванской железной дороги, и контора оплачивала ему место в каюте речных пароходов, на которых он добирался до адресата. Вскоре Эндрю нашел прибавку к зарплате, став внештатным корреспондентом местной газеты и поставляя туда последние ново-

сти. Так как новости передавались по телеграфу, особого труда это не составляло.

На этой престижной по тем временам работе Эндрю продержался четыре года, когда в 1853 году управляющий западным подразделением Пенсильванской железной дороги Томас Скотт, восхищенный исполнительностью, аккуратностью и смышленностью 18-летнего шотландского паренка, назначил Эндрю своим личным телеграфистом и секретарем с окладом \$9 в неделю. Скотту этот светловолосый и обаятельный юноша ростом всего 160 см понравился почти сразу. Он брал его в поездки и знакомил со всеми сторонами деятельности железной дороги. Скоро Скотт уже без боязни оставлял Эндрю дежурить вместо себя. Босс как раз отсутствовал, когда случилась крупная авария товарного состава. Два вагона загородили пути, и все движение было остановлено. С места происшествия запросили помощи, на что Эндрю в ответной телеграмме за подписью начальника приказал сжечь разбитые вагоны. Пути были рас-

чищены. Уже через несколько месяцев сжигать сошедшие с рельсов вагоны стало общепринятой практикой в Соединенных Штатах. Пораженный сообразительностью своего помощника, Скотт с этого момента стал доверять Карнеги полностью и всячески способствовал его карьере.

В 1856 году Скотт настоятельно посоветовал Карнеги купить акции Woodruff Sleeping Car Company, держателя пультмановского патента на изобретение спальных вагонов. Эндрю смог инвестировать в Woodruff \$217,5 — через два года, когда спальные вагоны стали отраслевым стандартом, это вложение стало приносить Карнеги \$ 5 тыс. в год.

Скотт не забывал Карнеги и дальше. Когда Скотта в 1859 году повысили, он постарался, чтобы тот занял его прежнее место с окладом \$ 12 5 в месяц. Опираясь на советы Скотта, Карнеги продолжал инвестиции, и в 28 лет его годовой доход составляет \$42 тыс., из которых лишь \$2,4 тыс. — собственно жалование.

Работать с такими доходами было уже не обязательно, и в 1866 году Карнеги занялся гораздо более интересными и прибыльными вещами — выводом активов из Пенсильванской железнодорожной компании. Карнеги совместно с Томасом Скоттом и директором дороги Эдгаром Томсоном учредил мостостроительную компанию Keystone Bridge. Чтобы все выглядело прилично, Карнеги записывал вклады Скотта на свое имя, а Томсон записывал вклады на имя жены. Затем Скотт и Томсон одобрили заключение контракта именно с Keystone. За Keystone последовали аналогичные телеграфная и вагоностроительная компании. Скотт остроумно называл это «инвестициями вдоль путей».

Кризис среднего возраста

В 1868 году Карнеги сделал запись в своем дневнике: «Мне 33 года, и мой годовой доход составляет \$50 тыс. Через два года мне не надо будет наращивать капиталы, а излишки я буду тратить на благотворительные цели. Я поселюсь в Оксфорде и за три года получу образование. Потом я перееду в Лондон, куплю какую-нибудь газету или журнал». Его капитал на тот момент составлял \$400 тыс.

Хандру Карнеги излечил с помощью идей мод-



ного тогда учения английского философа Герберта Спенсера, который утверждал, что счастье возможно лишь в борьбе, когда побеждает сильнейший. Эндрю писал об этом учении с экспрессией евангелистов: «На меня снизошел свет. Все наконец-то прояснилось».

Он даже как-то пригласил Спенсера на свой сталелитейный завод в Питтсбурге, чтобы продемонстрировать тому воплощение в жизнь его идей. Но философ пришел в ужас от картины нещадной эксплуатации: рабочие трудились по 12 часов в день семь дней в неделю и имели один выходной в году — в День независимости, 4 июля. «Полгода жизни в Питтсбурге можно приравнять к самоубийству», — писал Спенсер.

В 1872 году Карнеги нашел новую цель в жизни — инвестиции в сталелитейную промышленность. Это увлечение в итоге увеличило и его состояние — еще примерно в тысячу раз.

Как закалялась сталь

Во время своей очередной поездки по делам в Англию Карнеги посетил заводы Генри Бессемера. Этот промышленник и изобретатель придумал новый метод выплавки стали, названный кислородно-конвертерным. Через три года, в 1875-м, открылся первый завод Карнеги с новой конвертерной технологией. Назвал его Эндрю в честь директора Пенсильванской дороги Edgar Thomson Works. И первый же заказ на производство 2000 рельсов на нем разместил сам Эдгар Томсон.

К 1881 году ежегодный доход Карнеги вырос до \$1 млн, в 1889 году — \$25 млн. Стоимость стали за это время уменьшилась со \$100 за тонну в начале 1870-х до \$12 за тонну в конце 1890-х годов. На заводах Карнеги производилось больше стали, чем в крупнейшей тогда мировой державе Великобритании.

В 1889 году огромный холдинг Карнеги был объединен в компанию Carnegie Steel. В него вошли месторождения угля и руды, железные дороги и пароходные компании для транспортировки сырья к заводам. Но эффективность Carnegie Steel лишь отчасти обеспечивалась производственными технологиями, про которые Эндрю отзывался довольно пренебрежительно: «Два фунта железной руды, два фунта угля, полфунта известняка, немного марганца. Все эти четыре с половиной фунта сырья пре-

вращаются в один фунт чистой стали и продаются за один цент — вот и все, что стоит сказать о сталелитейном бизнесе». Гораздо больше внимания Карнеги уделял учету издержек.

И все это время Эндрю оставался большим ребенком — по крайней мере так к нему относилась мать, которую он боготворил. Маргарет сопровождала Карнеги даже на деловых встречах. В 1880 году 45-летний магнат познакомился с 23-летней Луизой Уайтфилд. Скоро Карнеги решил устроить для друзей путешествие в экипажах через всю Англию. Мисс Уайтфилд, конечно, была приглашена.

Чтобы уговорить ее родителей отпустить в путешествие незамужнюю девушку, Эндрю попросил свою мать нанести визит ее родителям и сказать, что девушка будет путешествовать под ее покровительством. Маргарет явилась к Уайтфилдам и заявила, что если бы Луиза была ее дочерью, то она бы ни за что ее не пустила. Бедная Луиза осталась в Нью-Йорке. Когда Маргарет через семь лет умерла от воспаления легких в возрасте 76 лет, Луизе уже исполнилось 30, а Карнеги — 52 года. Карнеги отметил смерть матери телеграммой Луизе: «Теперь я весь твой. Только твой. Навсегда. Эндрю».

Самый богатый человек

Все это время Карнеги вел активную общественную жизнь: писал статьи, выступал с речами и везде учил и давал советы, как надо жить. Особенно часто Карнеги распространялся о важной роли профсоюзов. Идиллия кончилась летом 1892 года. Управляющий компанией Карнеги Генри Клей Фрик, воспользовавшись окончанием трехлетнего коллективного договора на сталелитейном заводе в Хомстеде, уволил всех работников (несколько тысяч человек). Эндрю в тот момент специально уехал в Европу. Потеряв надежду встретиться с ним, профсоюзы начали забастовку. А Фрик нанял штрейкбрехеров и попытался провести их на завод под охраной 300 агентов знаменитого сыскаго агентства Алана Пинкертона. В результате 13-часового боя с рабочими погибли девять рабочих и три агента. В довершение в тот же день анархист Александр Беркман, не имевший никакого отноше-



ния к забастовке, совершил покушение на Фрика. Кончилось все вводом в город частей национальной гвардии и запрещением профсоюзов на заводах Карнеги. 1800 человек были уволены и изгнаны из города.

После этого в американской и европейской прессе Карнеги называли человеконенавистником. Не ожидавший такого возмущения Эндрю попытался свалить всю вину на Фрика и уволил его. В ответ обиженный управляющий через суд вытребовал у Карнеги \$30 млн компенсации.

Чем больше проходило времени, тем тяжелее Карнеги переживал. В 1901 году он выставил Carnegie Steel на продажу. Купить ее за \$100 млн согласился нефтяной магнат Джон Рок-

феллер, но это Эндрю не устроило. Тогда он провернул свою последнюю сделку, ставшую вершиной его карьеры бизнесмена. Он допустил из компании утечку информации о том, что собирается строить собственную железную дорогу. Своя сталь давала ему огромные преимущества перед конкурентами, что напрямую задевало интересы Джона Пирпонта Моргана, имевшего большие интересы в железнодорожных компаниях.

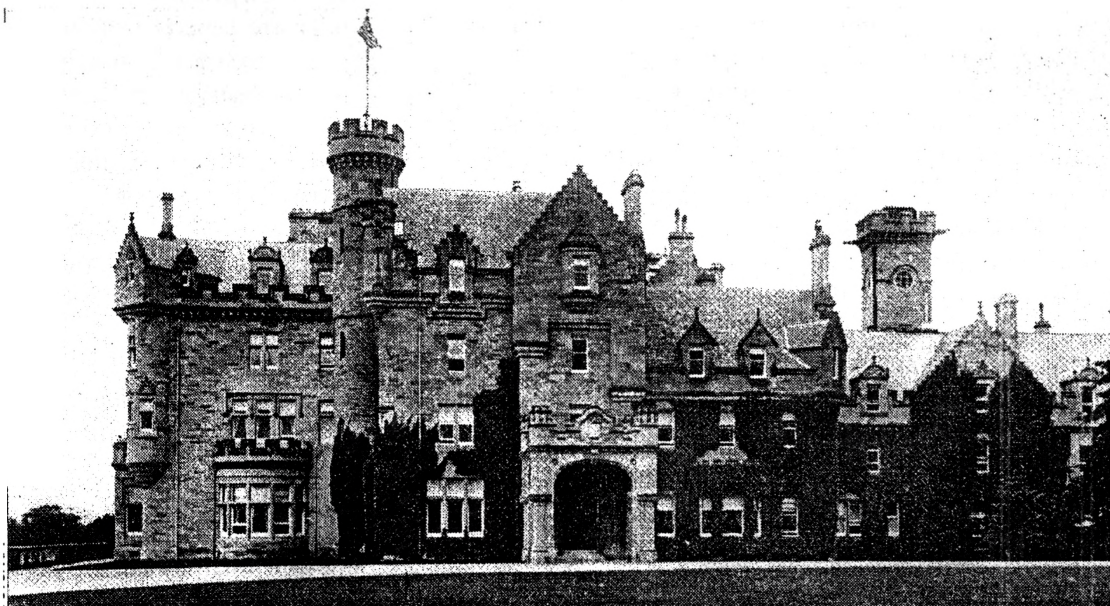
Никаких договоров Морган и Карнеги не подписывали. На встрече Эндрю подал Моргану бумажку с надписью «\$480 млн» (в современном эквиваленте около \$ 100 млрд), на что тот ответил запиской «Хорошо». Магнаты пожали друг другу руки, и Морган сказал: «Господин Карнеги, я хочу поздравить вас! Отныне вы самый богатый человек в мире!»

Но быть самым богатым Карнеги вовсе не собирался. Его новой мессианской идеей стала благотворительность. Прошлая жизнь не давала покоя магнату. Ему хотелось как-то загладить кровавое подавление стачки — он разыскал уволенных профсоюзных вожakov и назначил им пенсии. Ему не нравилось вспоминать, что он отказал в деньгах своему благодетелю Томасу Скотту, когда тот попал в трудную ситуацию и разорился. Он написал Скотту письмо с запоздалыми извинениями, на которое тот, впрочем, не ответил.

Но этого Карнеги было мало. Он открыл 2509 бесплатных публичных библиотек, из них в Со-

единенных Штатах — 1679, а остальные — в Англии, Австралии и Новой Зеландии. Общая сумма инвестиций на эти цели составила \$ 55 млн. Он также основал Техническую школу в Питтсбурге, Институт Карнеги, Пенсионный фонд учителей, Фонд в защиту мира и прочее, и прочее. На открытии построенного им концертного зала «Карнеги-холл» в Нью-Йорке в 1891 году оркестром дирижировал Петр Ильич Чайковский, а гранты на научные исследования получал Зигмунд Фрейд.

Всего Карнеги истратил на благотворительность \$350 млн, из которых \$62 млн были пожертвованы в Британской империи и \$288 млн — в США.



Правда, «скарденный» шотландец говорил: «Проявляя милосердие, нужно придерживаться главного принципа: помогай тому, кто способен помочь себе и сам». Но в кругу близких он говорил, что благотворительность «помогает отогнать грустные мысли» — все последние годы жизни его мучила депрессия. Умер Эндрю Карнеги 11 августа 1919 года в своей летней резиденции Shadowbrooks («Прохладный ручей») в городе Ленокс, что в штате Массачусетс, в возрасте 83 лет.

Книги

Карнеги был плодовитым автором и много писал о политических и социальных вопросах. Главными среди сочинений Карнеги стали «Вокруг света» (1881), «Американский галстук в Англии» (1883), «Торжествующая демократия» (1886), «Евангелие Богатства» (1900), «Империя бизнеса» (1902), «Джеймс Уатт» 1903), «Проблемы наших дней» (1908) и «Автобиография» (1920).

Шесть шагов до миллиона

1. Начал с работы мотальщиком и поменял ее, как только предложили большую зарплату.
2. За смысленность понравился директору отделения Пенсильнанской железной дороги и тот взял его в личные секретари.
3. Воспользовался инсайдом для первой инвестиции.
4. Внедрил в США новые технологии выплавки стали.
5. Разогнал профсоюзы.
6. Организовал «утечку» информации, чтобы заключить самый грандиозный в своей жизни контракт.

Первым американским домом Эндрю Карнеги была маленькая квартирка в маленьком городке Олджени штата Пенсильвания. Этот роскошный замок стал последним жилищем Карнеги

Ноу-хау Карнеги

1. Определите точное количество денег, которое вы хотели бы иметь.
2. Честно признайтесь себе, чем вы готовы заплатить за богатство.
3. Наметьте срок, к которому вы должны обладать необходимой суммой и составьте конкретный план ее получения.
4. Утром и вечером читайте вслух написанную вами программу. При этом необходимо чувствовать, что деньги уже у вас в кармане.
5. Ведите детальный учет и анализ издержек.

По материалам СМИ

ГЕОГЛИФЫ КАМЕНИСТОЙ НАСКИ

Геоглифы пустыни Наска, гигантские рисунки на земной поверхности, — одно из самых грандиозных и в то же время необъяснимых творений нашей планеты.

С земли фигуры разглядеть трудно: линии, образующие их, кажутся просто тропинками среди лежащих камней. На изгибах прямых линий лежат аккуратные кучки камней, которые сгребли, видимо, для того, чтобы эти линии собственно и появились. Кто собирал эти камни?.. Чьи руки их касались?..

Рисунки Наска — это потрясающее зрелище!.. Среди извилистых морщин, оставленных на лице Земли рекой Инхеио и ее притоками, вдруг возникают идеально прямые линии, прочерченные от горизонта до горизонта. Они сходятся, пересекаются. Иногда это даже не линии, а полосы с расходящимися краями. Некоторые фигуры имеют форму трапеции, а их края заканчиваются прямой полосой, уходящей вдаль.

При некоторой стилизации, присущей древнему Перу, большинство изображений вполне реалистичны. Без труда можно узнать кита, рыбу, собаку, обезьяну (рис. 1), тарантула (рис. 2), кондора, цаплю и даже большеглазую человеческую фигуру, одетую во что-то вроде скафандра для космических полетов...



Рис. 1.



Рис. 2.

Исследователь пустыни Наски опубликовала свою книгу «Гайна пустыни», которая начинается такими словами:

«За многие века до инков на южном побережье Перу был создан исторический памятник, не имеющий себе равных в мире и предназначенный для потомков. По размерам и точности выполнения он не уступает египетским пирамидам. Но если мы смотрим, задирая голову, на монументальные трехмерные сооружения простой геометрической формы, то здесь, наоборот, приходится смотреть с большой высоты на широкие просторы, покрытые таинственными иероглифами, словно выведенными на равнине гигантской рукой...»

Почти все плато покрыто своего рода «татуировкой», которая стала широко известной лишь благодаря фотографиям, сделанным с самолетов. Здесь 13 тысяч линий, 788 фигур и более 100 спиралей. Эта гигантская «книга с иллюстрациями» занимает площадь в 500 квадратных километров.

Естественно, у всех, кто близко знакомился с рисунками Наска, возникает множество вопросов... Кто создал в пустыне гигантские изображения, которые можно увидеть, лишь поднявшись высоко над землей? С какой целью? Какие технические приемы для этого использовались? Каким образом удавалось соблюсти пропорции заданной модели?..

Многие ученые, исследовавшие эти изображения, уверены, что в прекрасных насканских творениях заложен определенный смысл — познавательный, экономический, хозяйственный, социальный и политический. Но какой конкретно — ученые, увы, не знают...

История открытия и изучения перуанского феномена связана с именами специалиста по древним цивилизациям Пауля Косока из университета в Лонг-Айленде (США) и исследователя из Германии Марии Райхе, которая изучала древние обсерватории.

Открытие пришло случайно. А впрочем, это было даже не открытие, а только догадка... 21 июня 1939 года Косок стоял на одном из «каналов» — прямо как стрела. Желто-бордовое солнце пустыни медленно опускалось на горбатую гору. Косок бросил последний взгляд на наше дневное светило и вдруг отметил: солнце садилось точно по линии «канала». «Это линия зимнего солнцестояния!» — сказал себе Косок... После этого Косок и Райхе только и делали, что бродили по пампе да рассматривали линии, пытаясь найти тайный смысл «послания» древних жителей Наски.

Во время одной из таких прогулок Косок нашел и первый рисунок. Его можно было разглядеть, лишь поднявшись на лестницу-стремянку. «Самая большая книга по астрономии с уникальным «календарем», — сказал он о пампе. За ним это название рисунков Наска повторяли потом многие.

«Воздухоплавательная» гипотеза

В 1977 году Д. Вудмэн, размышляя о загадке рисунков Наска, выдвинул свою гипотезу. Чем фантазировать, например, о полетах над Наской инопланетян, рассуждал он, не лучше ли предположить, что создатели загадочных рисунков — древние жители этой страны — владели искусством воздухоплавания? При поддержке международного общества исследователей Вудмэн возглавил проект «Наска», объединивший большую группу энтузиастов.

Уже их исторические изыскания выявили ряд примечательных фактов... Прежде всего, сохранилось множество связанных с этой темой мифов и легенд в древних манускриптах. Во-вторых, оказалось, что первыми в мире воздухоплавателями были отнюдь не братья Монгольфье. У французов, совершивших в 1783 году полет на воздушном шаре, как выяснилось, был предшественник! Причем не откуда-нибудь, а из самой Южной Америки...

В 1709 году на аудиенцию к королю Португалии явился его заморский подданный Бартоломеу ди Гусман. Молодой иезуит, уроженец Бразилии, поразил королевский двор, совершив над Лиссабоном полет на аэростате, наполненном горячим воздухом. Сам Гусман родился в бразильском городе Сантус и учился в католической школе. Его преподавателями были миссионеры, подолгу работавшие в самых отдаленных местах Южной Америки, включая и Перу.

Весьма вероятно, что именно там они слышали о летательных аппаратах древних перуанцев.

Кстати, у пустыни Наска есть еще одна загадка — так называемые костровые ямы, которыми заканчиваются некоторые из прямых линий. Это круглые ямы, диаметр которых достигает 10 метров, с остатками обугленных камней. Ученые изучали эти камни и пришли к выводу, что камни почернели от воздействия сильных источников тепла. Возможно, на этих самых местах были разведены большие костры, которые согревали воздух для наполнения шаров?..

Воодушевленный тем, что первый воздухоплаватель был уроженцем Южной Америки, используя результаты раскопок гробниц в Наске, Д. Вудмэн соорудил такой же шар, на каком летал, в частности, сам Гусман, и вместе с Дж. Ноттом совершил

на нем вышеописанный полет над плато Наска.

Возможно, именно так поднимались в древности в воздух и перуанские жрецы, чтобы во время религиозных церемоний с определенной высоты увидеть и осознать магический смысл рисунков, составить прогноз погоды на очередной сельскохозяйственный сезон.

Они поднимались в воздух?

Мария Райхе считала, что наш мир узнал о загадочных изображениях пустыни Наска сравнительно недавно только потому, что без использования авиации их невозможно было бы увидеть. Действительно, для того чтобы как следует разглядеть каждый из этих рисунков в пампе, нужно подняться в воздух на высоту более тысячи метров.

Летчик Эдуардо Эрран, который многие годы совершал полеты с туристами на борту над плато Наска, имеет на сей счет такие соображения:

«Я не исключаю, что, возможно, они умели подниматься в воздух... Я не верю в инопланетян, поскольку не сомневаюсь, что все эти изображения предназначались для того, чтобы их создателям можно было смотреть на них с воздуха...»

Наконец, в самой пустыне есть рисунок, известный под названием «крыло дельта». По странному совпадению это «крыло» указывает доминирующее направление ветров в пампе, которые я изучал в течение многих месяцев...»

И еще: именно над этим изображением, как показала моя летная практика, сталкиваются воздушные потоки и возникает наибольшая подъемная сила. На своем дельтаплане мотор я снял — мне удалось налетать здесь над пустыней без посадки более полутора часов...»

Что ж, приведенных примеров вполне достаточно, чтобы сделать такое предположение: древние перуанцы успешно строили легкие безмоторные летательные аппараты для полетов.

Мария Райхе, которая посвятила, как известно, свою жизнь исследованию изображений в Наске и стала общепризнанным авторитетом в этой проблеме, с уважением относилась к этой гипотезе и не считала ее невероятной.

Уместно вспомнить в этой связи одну из старых легенд инков. Она повествует, что маленький мальчик по имени Антаркви, летавший над различными районами Туатинсуйо, поднялся в воздух для определения маршрута «по земле и воде», которым должен был следовать древний инкский монарх Тупак Инка Юпаманки во время своего путешествия в Полинезию!..

*Окончание в сл. номере
Материал подготовлен Ходариной Л.П.*

ЮБИЛЕИ

Наука — промышленным предприятиям республики	1
Мицкевич Михаил Константинович	8
Некрашевич Илья Григорьевич	9

РАЗРАБОТКИ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Международная конференция по перспективным направлениям термической обработки	11
На пути к новому уровню упрочняющих технологий	13
Повышение свойств стального трубного прямоугольного проката путем его термообработки с применением индукционного нагрева	13
Исследование и повышение эффективности ХТО шестерен ведущих мостов автотехники МАЗ	16
На пути к уменьшению энергозависимости	20
Вентиляционные системы с рекуперацией тепла	21
Биоэнергетика в странах Юго-Восточной Азии. Состояние и перспективы	23

К 60-ЛЕТИЮ ПОБЕДЫ

Из истории авиации. Самолеты союзников Второй мировой войны	31
---	----

ЭТО ИНТЕРЕСНО

Стальной магнат благотворительности	40
Геоглифы каменистой Наски	44

Ж «И-М» издается с июля 1998 года. Выходит один раз в три месяца, Подписной индекс **00139**.

Учредитель — Белорусское общество инженеров-механиков

Журнал зарегистрирован в Госкомитете РБ по печати, свидетельство № 1132 от 21 апреля 1998 года

Главный редактор академик НАН Б С.А. АСТАПЧИК

Редакционная коллегия: М.С. ВЫСОЦКИЙ, ДАШКОВ В.Н., Ю.М. ЗАХАРИК, А.Б. ЗУЕВ, С.М. КРАСНЕВСКИЙ, Л.Н. КРУПЕЦ, Д.И. КОРОЛЬКОВ, Г.С. ЛЯГУШЕВ, Е.И. МЕДВЕЦКИЙ, М.Г. МЕЛЕШКО, И.А. СОЛОДУХА, В.А. ШУРИНОВ

Компьютерный набор, верстка, дизайн Ходарина Л.П.

Журнал выходит на русском и белорусском языках.

Мнение авторов публикуемых материалов может не совпадать с мнением редакции.

Заказчики несут ответственность за содержание своих объявлений и рекламы.

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

Лицензия ЛП № 02330/0133131 от 30.04.2004 г. Подписано к печати 19.12.2005 г.

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

Тираж 475 экз. Заказ № 241. Цена номера договорная.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика в ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»



ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ



75 лет

