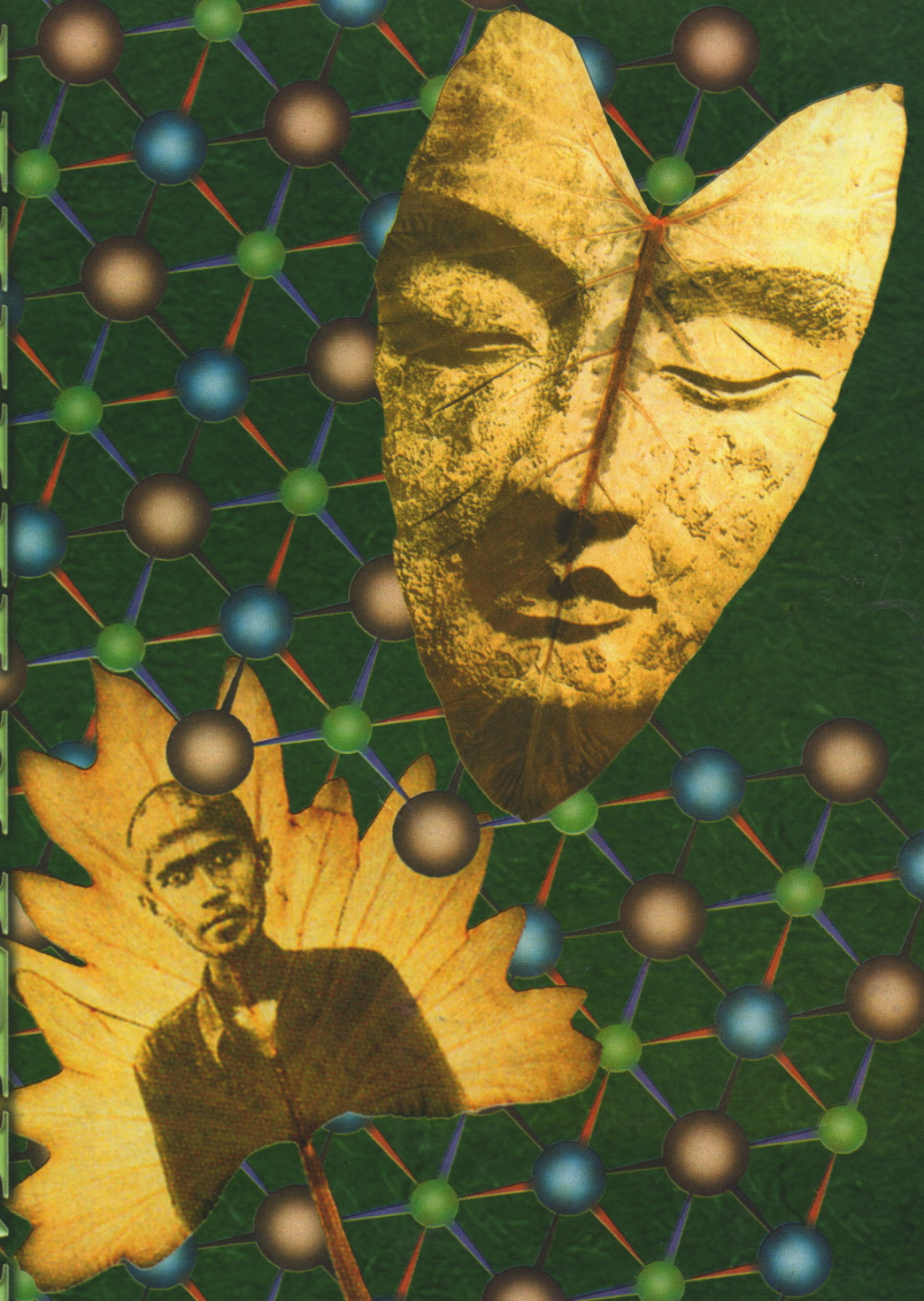


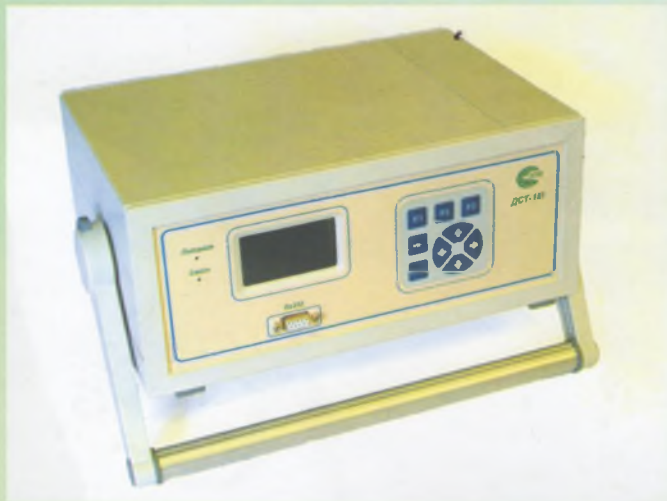
РЕСПУБЛИКАНСКИЙ межотраслевой научно-популярный и производственно-практический ЖУРНАЛ

ИНЖЕНЕР-МЕХАНИК



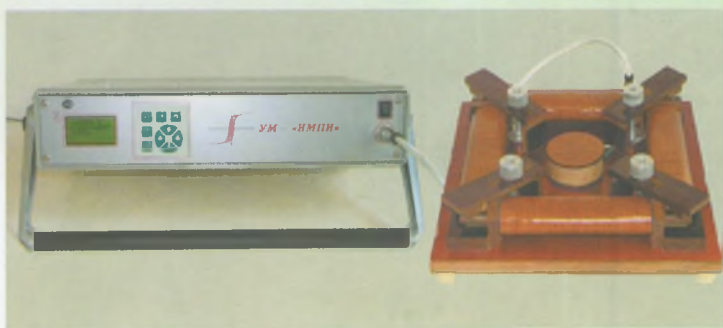
№ 1 (38)
январь - март
2008

Диагностика электроэнергетического оборудования



▶ Прибор DST-1M для диагностики силовых трансформаторов

▶ Установка "УМ-ИМПИ" для испытания электротехнических сталей



▶ Прибор ДО-1 для диагностики обмоток электрооборудования

▶ ...го измерения
...оборудовании



▶ Диагностический комплекс ИПТЭМ для испытания электрических машин постоянного тока

ИНЖЕНЕР- МЕХАНИК

№ 1 (38)
январь – март
2008

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

Учредитель — Белорусское общество инженеров-механиков

Главный редактор академик С.А. Астапчик

Редакционная коллегия: М.С. Высоцкий, В.Н. Дашков, 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

Адрес редакции:

220030, Минск, ул. Комсомольская 11, комн. 1 А
тел./факс 203-88-80; 226-73-36

E-mail: mail.@boim.by

Свидетельство о регистрации № 1132 от 21.04.1998

Подписной индекс 00139

Компьютерная верстка, дизайн Л.П. Ходарина, набор Е.А. Маковец.

Подписано в печать 07.04.2008.

Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Усл. печ. л. 5. Уч.-изд. л. Тираж 500 экз. Заказ 152. Цена номера договорная.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика в ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»
Лицензия ЛП № 02330/0133131 от 30.04.2004 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Разработки ученых и специалистов

Перспективы применения сталей пониженной прокаливаемости	2
Диагностика электроэнергетического оборудования	8
Проблемы развития электронно-лучевых технологий в Беларуси	13
Энергосберегающие нагревательные устройства	16
Новое в технологии сушки материалов	18
Применение уплотнительных материалов на основе терморасширенного графита	20
Децентрализация источников энергоснабжения предприятий	27
Вариант бесступенчатой передачи	28
Парогазогенератор с пульсирующим горением	31
Перечень рекомендуемых энергосберегающих мероприятий для гальванических производств	32
О проблемах техперевооружения РУП «ГОМСЕЛЬМАШ»	33
Патентуем сами	
Правовая охрана объектов интеллектуальной собственности	35
Правоотношения при оформлении, реализации и защите прав на объекты патентного права	36
Патентуем сами	37
История и современность	
Первым делом самолеты	43
Ракетоносцы: «Белый лебедь» и другие	50

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕЙ Пониженной ПРОКАЛИВАЕМОСТИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ МАЗ

Михлюк А.И., к.т.н. РУП «МАЗ»

Введение. *Стали пониженной прокаливаемости (ПП)* — это углеродистые стали с пониженным содержанием примесей, суммарное содержание которых не должно превышать 0,5%. Как класс эти стали появились в 60-ых годах прошлого столетия и предназначались для изготовления тяжело нагруженных деталей механизмов. При этом создание и освоение сталей класса ПП неразрывно связано с технологией их упрочнения — объёмно-поверхностной закалкой. К таким сталям относят 55ПП, 60ПП, 80ПП. Близкими по своим свойствам к этим сталям являются инструментальные стали У6А — У8А. Главным показателем для сталей ПП является величина прокаливаемости, которая характеризуется идеальным критическим диаметром закали D_{кр}, интервал которого оговаривается ГОСТом или ТУ на каждую плавку стали. В настоящее время насчитывается три поколения данного класса сталей.

Стали ПП 1-го поколения, выплавлялись на сталелитейных предприятиях СССР с 60-ых годов 20 века (Донецкий металлургический завод, Челябинский металлургический комбинат, Череповецкий металлургический завод и др.) Они имели следующие модификации: сталь 58 (ГОСТ 1050-88), сталь 54, сталь 60 — ТУ завода производителя.

Отличительные особенности серийных сталей ПП 1-го поколения:

- химический состав: углерод — 0,50–0,65%; марганец — 0,1–0,3%; кремний — 0,1–0,3%; хром, никель, медь — не более 0,25% каждого;

- после закалки с индукционного нагрева достигалось мелкое зерно аустенита №10-12 ГОСТ 5639-88 и высокий комплекс механических свойств.

Стали ПП 2-го поколения отличались от предыдущего более узким и стабильным интервалом значений прокаливаемости $D_{кр}=8-10$ мм, 10–12 мм, 12–14 мм; размер зерна № 11–12 — при индукционном, № 10–11 — при печном нагреве, меньшей зависимостью величины прокаливаемости и величины зерна от температуры нагрева под закалку.

Это достигалось за счет:

- проведения выплавки при раскислении алюминием, который, взаимодействуя с азотом, обра-

зует мелкодисперсные нитриды, препятствующие росту зерна аустенита при нагреве под закалку;

- ограничения содержания обычных примесей — марганца, кремния, хрома, никеля и меди не более 0,1% каждого, что достигалось применением при плавке чистого передельного чугуна.

- применения марганца и кремния в количестве, обеспечивающем их содержание 0,1–0,2% каждого, что является главным фактором регулирования глубины прокаливаемости.

Стали ПП 2-го поколения способны обеспечить стабильность глубины слоя закали.

Характерным представителем этого поколения сталей ПП является сталь 60ПП, с содержанием углерода 0,57-0,61% химический состав которой соответствует химическому составу стали 60 по ГОСТ 1050 — со следующими отклонениями: массовая доля марганца не более 0,20%, кремния 0,1–0,3 %, хрома не более 0,15%, допускается в виде технологической добавки, в зависимости от поставщика, массовая доля титана (не более 0,10%) или ванадия (0,02–0,05%). Причем суммарное содержание примесей не должно превышать 0,5%. Применение марки стали пониженной прокаливаемости с такими показателями обеспечивало требуемые значения прокаливаемости при приемлемой стоимости и сложности получения. Важнейшим показателем для данной марки является величина прокаливаемости, которая строго оговаривается при поставке.

На рис. 1 представлен график прокаливаемости различных профилей стали 60ПП производства Белорусский металлургический комбинат г. Жлобин РБ.

В настоящее время имеется ряд публикаций о том, что в РФ разработаны и применяются стали пониженной прокаливаемости третьего поколения.

Отличительной особенностью этого поколения сталей ПП является то, что вводятся новые легирующие компоненты, такие как медь, алюминий и ванадий. Техническим результатом таких добавок является достижение гарантированной стабильности по пониженной прокаливаемости и получение сверхмелкого зерна закаленной стали

величиной на уровне 11–12 баллов при закалке с температур в диапазоне от A_{c3} до $A_{c3} + 100^\circ\text{C}$.

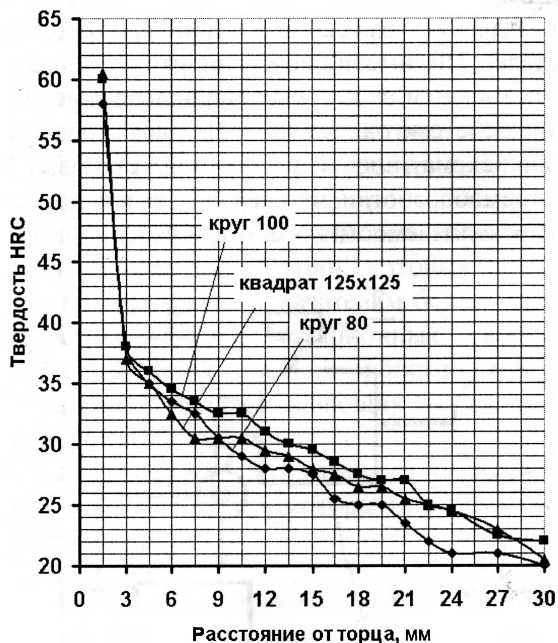


Рис. 1. График прокаливаемости различных профилей стали 60ПП производство БМЗ по ГОСТ 5657-69 «Сталь. Метод испытания на прокаливаемость»

Таким образом, для сталей ПП всех поколений можно выделить следующее:

1. Критическая скорость закалки значительно (в 4-7 раз) превышает критическую скорость закалки для стандартных углеродистых сталей, что требует интенсивного и равномерного закалочного охлаждения.

2. Низкая прокаливаемость стали сохраняется при нагреве до определенного интервала температур, при превышении которого ($>A_{c3}$ на 60 до 100°C) величина прокаливаемости резко возрастает.

Мартенсит закалки по сравнению с обычными конструкционными сталями малоустойчив, что при нагреве приводит к интенсивному его распаду.

Объемно-поверхностная закалка. Как уже говорилось выше, стали пониженной прокаливаемости и их промышленное применение неразрывно связаны с методом объемно-поверхностной закалки (ОПЗ), который был разработан в 60-х годах прошлого столетия известным советским специалистом в области индукционной термообработки профессором Шепеляковским К.З. Разработка этого метода явилось результатом научных исследований в области индукционной термообработки проводимых во второй половине прошлого столетия учеными СССР. Сущность его состоит в том, что упрочняемое изделие из стали ПП после по-

верхностного индукционного или сквозного (печного или индукционного) нагрева подвергается высоко интенсивному закалочному охлаждению. При этом на поверхности на глубину прокаливаемости образуется мартенситная структура, а слои нагретые выше точки A_{c3} , но расположенные глубже закалываются на структуру троостита, сорбита и перлита, обеспечивая тем самым плавный переход твердости от поверхности к основному металлу. Глубинный характер нагрева определяет и требуемые мощности и скорости нагрева. Удельная мощность нагрева обычно составляет не более $0,2 \text{ кВт/см}^2$, а скорость нагрева не превышает $10\text{--}12 \text{ }^\circ\text{C/с}$.

На рис. 2 представлено распределение твердости от поверхности упрочняемой детали при различных видах термообработки. При химико-термической обработке, в частности цементации (кривая 1), достигается высокая твердость поверхности с плавным переходом к основному металлу при сравнительно невысокой глубине упрочненного диффузионного слоя. Для поверхностной закалки ТВЧ характерно наличие четко выраженной зоны закалки ТВЧ и резкое падение твердости от закаленного поверхностного слоя к основному металлу (кривая 2). Объемно-поверхностная закалка (кривая 3), обеспечивая одинаковую с цементацией и поверхностной закалкой твердость на поверхности, имеет более высокую твердость сердцевины, что и обеспечивает в итоге более высокие прочностные и эксплуатационные свойства.

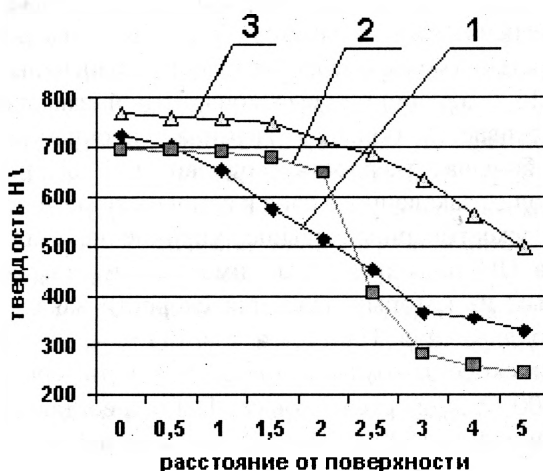


Рис. 2. Распределение твердости при различных технологиях упрочнения: 1 — цементация; 2 — закалка ТВЧ; 3 — объемно-поверхностная закалка

На рис. 3 показаны макрошлифы шестерен из различных сталей класса ПП закаленных по ме-

тоту ОПЗ.

На рис. 3 отчетливо видны зоны термического влияния:

— для поверхностного индукционного нагрева три зоны: зона закалки по контуру зуба, зона нагрева и основной металл;

— для объёмного нагрева две зоны: зона закалки по контуру зуба и зона нагрева.

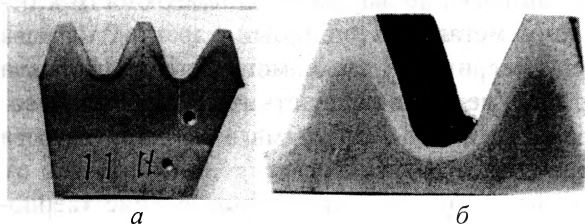


Рис 3. Макрошлифы шестерен из стали ПП закаленных по методу ОПЗ: а — цилиндрическая прямозубая шестерня автомобиля МАЗ, модуль $m=6,25$, сталь НИПРО, нагрев поверхностный индукционный; б — коническая шестерня с круговым зубом главной передачи автомобиля МАЗ, с внешним окружным модулем $m=16$, сталь У8А, нагрев объёмный печной

Таким образом, объемно-поверхностная закалка по сравнению с другими видами термической обработки обладает рядом преимуществ.

1. По сравнению с термическим улучшением — наряду с упрочненной сердцевиной получается значительно более прочный и твердый поверхностный слой. Кроме того, возникающие сжимающие напряжения повышают усталостную прочность.

2. По сравнению с ХТО в частности цементацией — твердость поверхности незначительно выше, но обеспечивается большая глубина слоя с высокой твердостью и более высокая твердость сердцевины.

3. По сравнению с высокочастотной закалкой обеспечивается большая глубина упрочненного слоя, большая твердость сердцевины и плавный переход от закаленного слоя к основному металлу.

Как уже говорилось выше, упрочнение сталей класса ПП по методу ОПЗ имеет свои отличия, главным из которых являются скорости закалочного охлаждения. Например, для стали 45 критическая скорость охлаждения лежит в интервале $150-300^{\circ}\text{C}$, а для сталей класса ПП она составляет величину $400-1500^{\circ}\text{C}$. При закалке в спрейере или ином закалочном устройстве, широко применяемом при индукционной термообработке, скорости охлаждения лежат в интервале $1000-10000^{\circ}\text{C}$ (в зависимости от расхода и температуры воды, зазоров в спейере, размеров закаливаемой поверхности и детали и др.). То есть, при закалке сталей пони-

женной прокаливаемости превышение действительной скорости охлаждения над критической значительно меньше, чем для иных сталей. Поэтому создаваемые закалочные установки для деталей из сталей ПП имели свои отличительные особенности, главным из которых явились особые требования к системе охлаждения. На рис 4 представлена блок-схема типовой закалочной установка ТВЧ для термообработки деталей из сталей пониженной прокаливаемости по методу ОПЗ.

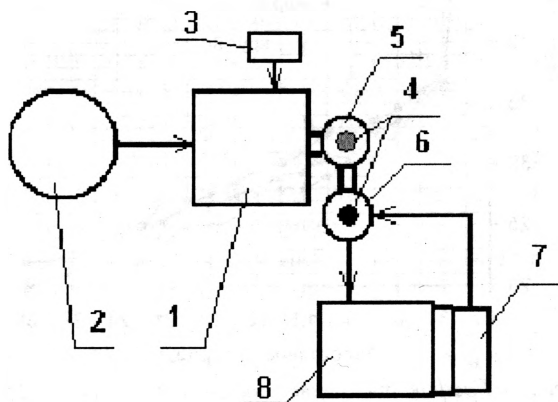


Рис 4. Блок-схема установки ТВЧ для закалки по методу ОПЗ. 1 — нагревательный блок; 2 — генератор ТВЧ; 3 — пульт управления; 4 — упрочняемая деталь; 5 — позиция нагрева; 6 — позиция охлаждения; 7 — насос; 8 — бак системы закалки

Для обеспечения высоких скоростей закалки для сталей пониженной прокаливаемости установка в отличие от большинства закалочных индукционных установок имеет дополнительное оборудование для охлаждения деталей (поз. 7 и 8). Для этого установка комплектуется отдельным насосом высокой производительности и баком для закалочной среды. Как правило, операции нагрева и охлаждения разделяют (поз. 5 и 6). Это обеспечивает удобное размещение оборудования, высокую производительность установки, так как время нагрева при ОПЗ всегда превышает время закалки. Установка работает следующим образом: Деталь 4 нагревается на позиции нагрева 5 и перемещается на позицию закалки, где с помощью специального насоса производится её интенсивное охлаждение.

Данная структурная схема установки была разработана в 60 годах прошлого столетия и до сегодняшних дней не претерпевала значительных изменений.

Технико-экономические преимущества. Устойчивое развитие промышленности в РБ, жесткая конкуренция на рынке, повышении стоимости

энергоресурсов в настоящее время вызвало повышенный интерес специалистов к сталям ПП и объёмно-поверхностной закалке. Главным двигателем этого интереса является высокая технико-экономическая привлекательность этого материала и технологии.

Прежде всего, следует рассматривать технологию ОПЗ со сталями ПП как альтернативу широко применяемой на машиностроительных предприятиях РБ химико-термической обработки, в первую очередь цементации, которые при равных, а по некоторым показателям более высоких прочностных и эксплуатационных свойствах, обеспечивают значительный экономический эффект за счет трех составляющих — материала, технологии и оборудования.

Материал. На рис. 5 показана стоимость стали 60ПП в сравнении с некоторыми сталями, применяемыми при ХТО.

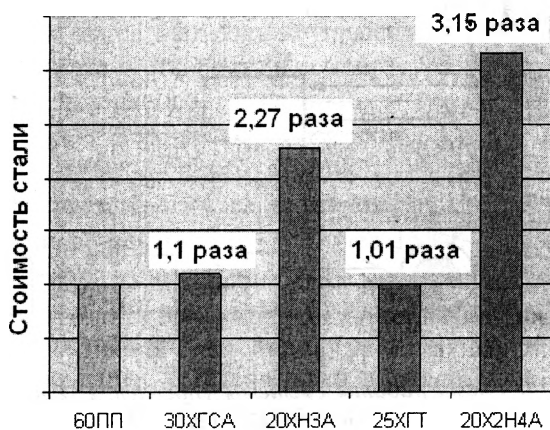


Рис. 5. Сравнительная стоимость стали 60ПП со сталями, применяемыми при ХТО

Как видно на диаграмме, особенно значительна разница в стоимости для никелесодержащих сталей, которые применяются для широкой гаммы высоконагруженных деталей, например шестерен трансмиссии в автомобилестроении.

Технология. Технология ОПЗ по сравнению с ХТО обеспечивает значительный экономический эффект по энергоресурсам. Цикл термообработки сокращается с десятков часов до нескольких минут, затраты электроэнергии уменьшаются в 10...12 раз, исключается потребление природного газа, закалочного масла, жаропрочных и жароупорных материалов, выбросы вредных испарений, дыма, сажи, тепла и газов в окружающую среду.

Оборудование. Стоимость оборудования для ОПЗ сравнима со стоимостью индукционной установки, что в 8–12 раз дешевле оборудования

для химико-термической обработки.

Все вышеперечисленное позволяет утверждать, что стали класса ПП в сочетании с объёмно-поверхностной закалкой позволяют решить целый ряд задач по снижению себестоимости продукции. Опыт такого применения в республике имеется на ряде промышленных предприятий.

Практическая реализация. На РУП «МАЗ» успешно реализовано внедрение стали ПП и технологии ОПЗ для шестерен заднего моста автомобиля. На рис. 6 представлен задний мост автомобиля МАЗ, в котором до недавнего времени практически все шестерни изготавливались из специальных сталей, в частности 20ХН3А, и подвергались цементации.

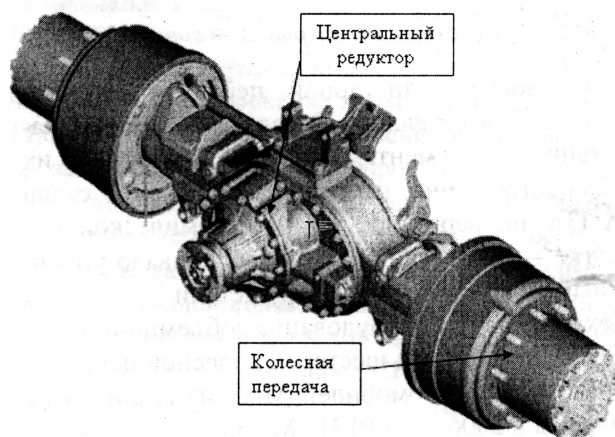


Рис. 6. Внешний вид заднего моста автомобиля МАЗ

Все шестерни в заднем мосте автомобиля расположены в основном в двух узлах: центральный редуктор и колесная передача. В настоящее время успешно решена проблема изготовления шестерен колесной планетарной передачи из стали 60ПП. Это центральная ведущая шестерня 1 и сателлиты 2, количество которых на одну передачу 4 или 5 в зависимости от типа моста (рис. 7).

Планетарная колесная передача автомобиля МАЗ (рис. 7) является одним из важнейших узлов заднего ведущего моста и предназначена для передачи крутящего момента от двигателя на ведущие колеса и имеет в своем составе следующие зубчатые колеса или детали, имеющие зубчатые поверхности: 1 — ведущая шестерня, 2 — сателлит (в зависимости от конструкции количество сателлитов 4 или 5), и ведомая шестерня (на рис. 7 не показана). Условия работы колесной передачи предполагают постоянное вращение и передачу крутящего момента от ведущей шестерни на сателлиты и ведомую шестерню.

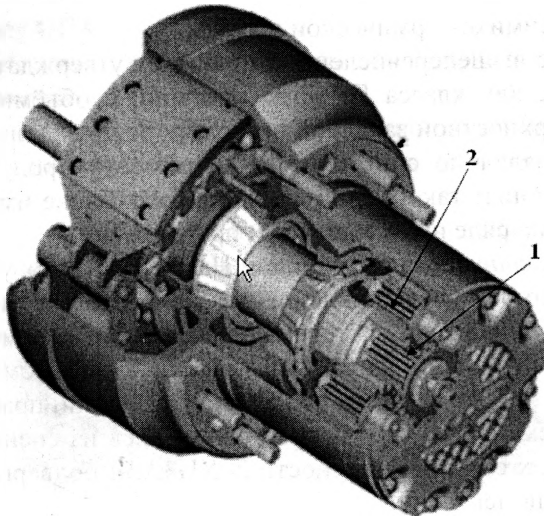


Рис. 7. Колесная планетарная передача автомобиля МАЗ. 1 — ведущая шестерня, 2 — сателлит

При работе планетарной передачи ведущая шестерня 1 и сателлиты 2 являются самыми нагруженными элементами и для обеспечения их надежности они изготавливались из стали 20ХНЗА подвергались химико-термической обработке — цементации, что обеспечивало упрочненный слой по всему контуру детали.

Технология и оборудование объемно-поверхностной закалки для шестерен колесной передачи заднего моста автомобилей МАЗ из стали 60ПП внедрены в 2006 г. на РУП «МАЗ».

Две полуавтоматические установки обеспечивают термообработку с суточным темпом около 1250 деталей при 3-хсменном режиме работы. На рис. 8 представлен общий вид участка для объемно-поверхностной закалки шестерен колесной передачи автомобиля МАЗ. Работу двух установок на участке обеспечивает один оператор. Перевод шестерен колесной передачи с цементации на объемно-поверхностную закалку позволил на 15-18% снизить загрузку оборудования для химико-термической обработки, повысить мобильность процесса изготовления шестерен.

По сравнению с ранее применяемыми установками для ОПЗ была разработана новая для закалки сталей ПП, которая представляет собой полуавтоматическую установку роторного типа имеющую восемь рабочих позиций расположенных равномерно по диаметру, из них три последовательно расположенные нагревательные (индукционный нагревательный блок), системы подачи закалочной воды, камеры охлаждения, механизма подачи деталей, датчиков, блока управления и пульта управления, смонтированных на общей раме.

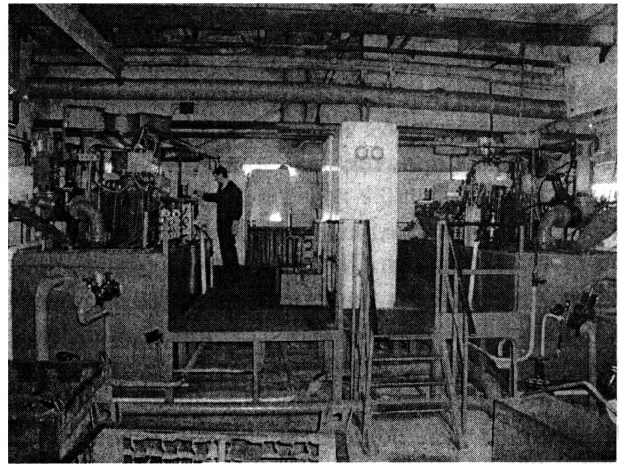


Рис. 8. Общий вид участка в составе двух установок для закалки ОПЗ шестерен колесной передачи автомобиля МАЗ

На рис. 9 показана схема работы и функциональная взаимосвязь системы управления установки.

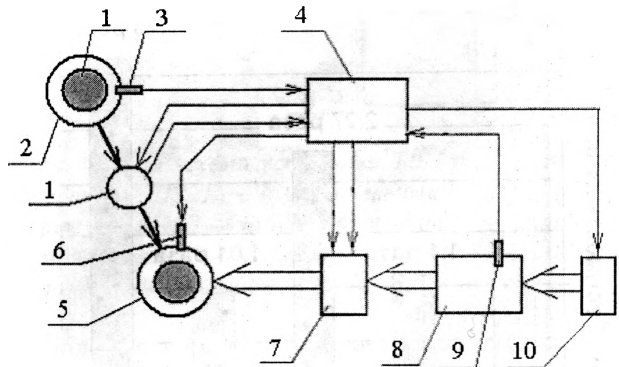


Рис. 9. Схема работы системы управления установки для закалки деталей из стали 60ПП: 1 — закаливаемая деталь, 2 — позиция окончательного нагрева, 3 — датчик измерения температуры нагрева детали, 4 — блок управления, 5 — камера охлаждения, 6 — датчик измерения расхода закалочной среды, 7 — пневмогидравлический клапан, 8 — бак, 9 — датчик измерения температуры закалочной среды, 10 — устройство поддержания температуры охлаждающей среды

Установка работает следующим образом. Закаливаемая деталь 1, последовательно нагреваясь на трех позициях нагрева, поступает на позицию окончательного нагрева 2, где установлен датчик 3 измерения температуры нагрева детали. Датчик регистрирует температуру нагрева и по достижении требуемой температуры, подает сигнал на блок управления 4 о готовности детали к закалке. Блок подает команду исполнительным механизмам, которые перемещают деталь в камеру охлаждения 5.

В камере охлаждения расположен датчик 6 измерения расхода закалочной воды в процессе за-

калки. В процессе закалки датчик 6 измеряет величину расхода закалочной среды в камере охлаждения 5 и подает сигнал на электронный блок управления 4, который сравнивает её с заданными значениями. При отклонении величины расхода от заданной, электронный блок управления 4 подает сигнал на пневмогидравлический клапан 7 для корректировки расхода камере 5 путем изменение величины рабочего прохода клапана 7.

В баке 8 системы подачи закалочной воды установлен датчик 9 измерения температуры. При изменении величины температуры от заданной датчик 9 подает сигнал в электронный блок 4, который управляет устройством поддержания температуры охлаждающей воды 10. В зависимости от сигнала производится либо слив горячей воды и пополнение бака холодной водой, либо подогрев ее в баке электронагревателями.

Таким образом, согласно технологическому процессу, при объёмно-поверхностной закалке производится контроль и управление параметрами нагрева — скорость и температура, и параметрами закалочного охлаждения — время закалки, температура и расход закалочной среды. Скорость индукционного сквозного нагрева детали составляет 4–8 °С/с, неравномерность нагрева детали по сечению — не более 15 °С. Скорость закалочного охлаждения — не менее 1000 °С/с.

На рис. 10 представлены фотографии макрошлифов фрагментов детали сателлит упрочненных по ранее действовавшей и внедренной технологии. Сравнение представленных макрошлифов показывает, что глубина упрочненного слоя на шестерне из стали 60ПП после объёмно-поверхностной закалки значительно больше (в 1,5–2,5 раза) чем на шестерне из стали 20ХНЗА после цементации.

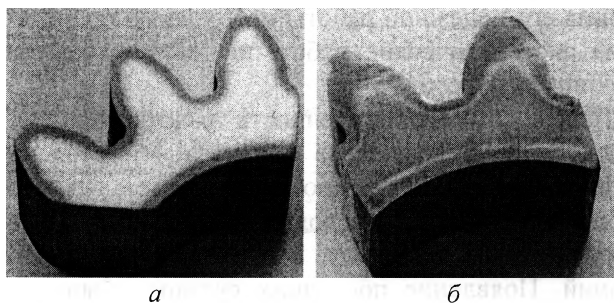


Рис. 10. Фотография макрошлифа фрагмента детали сателлит: а — из стали 20ХНЗА, прошедшей операцию цементации, б — из стали 60ПП с объёмно-поверхностной закалкой

Это обеспечивает при прочих равных условиях

значительно больший срок службы и допускает большую величину износа зубчатой поверхности при эксплуатации.

Технико-экономический эффект. Преимущества разработанной технологии подтверждены широким спектром выполненных на ПРУП «МАЗ» исследований и испытаний, как образцов, так и деталей, упрочненных по разработанной технологии, в частности ведущих мостов, с шестернями из стали 60ПП. Пробег опытных мостов самосвала МАЗ-5551 с шестернями колесной передачи из стали 60ПП превышает 380 тыс. км, они находятся в работоспособном состоянии и их эксплуатация продолжается.

Внедрение разработанного технологического процесса обеспечило значительную экономию материальных и топливно-энергетических ресурсов.

Обеспечено сокращение цикла упрочнения с 28 часов до 5 мин, снижение затрат электроэнергии в 11,6 раза. Исключены потребление природного газа, закалочного масла, жаропрочных и жароупорных материалов и выбросы вредных испарений, дыма, сажи, тепла и газов в окружающую среду.

Годовой экономический эффект от внедрения ОПЗ для деталей колесной передачи автомобилей «МАЗ» шестерня и сателлит на программу составил около 600 тыс. долларов США в том числе:

- электроэнергии — 2398,24 тыс. кВт/ч. или около 130 тыс. долларов США;
- природного газа — 181,95 тыс. м³ или 10,6 тыс. долларов США;
- снижения стоимости металла — 433,2 тыс. долларов США.

Стоимость оборудования для объёмно-поверхностной закалки в сравнении с оборудованием для химико-термической обработки в десятки раз ниже. Так, например, стоимость комплекса «Ипсен» (Германия) для химико-термической обработки подобного типа деталей с производительностью 20 шт./час составляет около 2,6 млн. долларов США, а стоимость 1 установки ОПЗ для упрочнения сателлитов колесной передачи с производительностью 74 шт./час составила около 110 тыс. долларов США.

На рис.11 показаны основные сравнительные показатели экономической эффективности внедренной технологии управляемой термообработки для шестерен планетарной передачи заднего моста автомобиля МАЗ.

Перспективы. В настоящее время на РУП «МАЗ» ведутся активные работы по освоению вышеуказанной технологии для шестерен цен-

трального редуктора автомобиля. В первую очередь это шестерни главной пары, рис. 12.

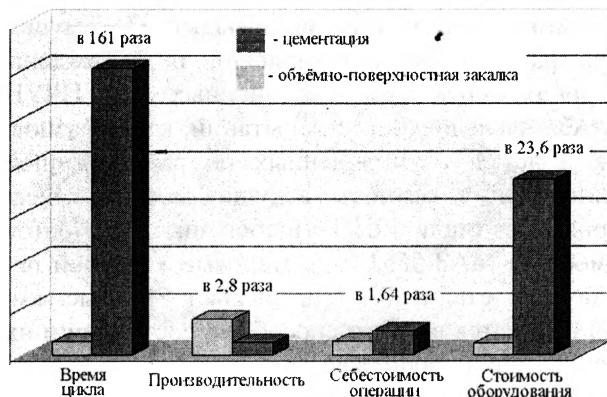


Рис. 11. Диаграмма экономической эффективности внедренной технологии упрочнения шестерен

Также имеются наработки в применении сталей ПП для деталей межколесного дифференциала.

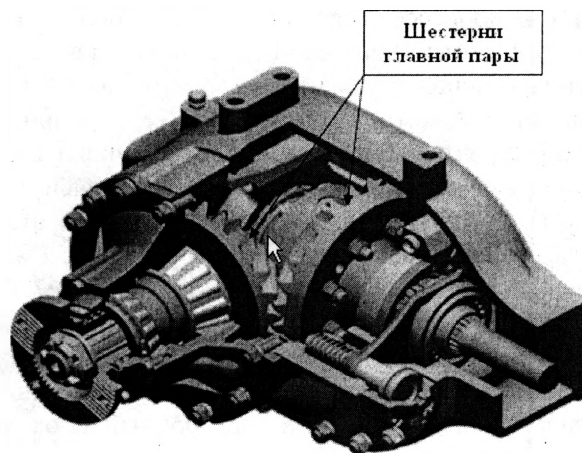


Рис. 12. Внешний вид центрального редуктора заднего моста автомобиля МАЗ

На 2008 год запланировано освоение изготовления шестерен главной пары автомобиля МА35551 из стали 60 ПП. Ориентировочно экономический эффект составит более 300 млн. рублей.

ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Брановицкий И.И., Размыслович Г.И., Мацкевич П.Д.
Институт прикладной физики НАН Беларуси*

Весьма важную роль в обеспечении рационального использования электрической энергии, реализации потенциала энергосбережения играет качество систем ее трансформации и преобразования, т.е. качество соответствующего электроэнергетического оборудования (ЭО). Качество ЭО (как и оборудования вообще) характеризуется уровнем его технических характеристик и эксплуатационной надежностью, которые обусловлены в свою очередь соответствующим качеством составляющих компонентов и алгоритма их взаимодействия в том или ином изделии. При этом весьма важны обе связанные между собой стороны проблемы качества изделий — как повышение уровня технических характеристик оборудования, так и обеспечение его надежной и долговременной работы в «штатном» режиме. Последнее особенно актуально в условиях, когда ресурс электрооборудования, эксплуатируемого в народном хозяйстве Республики в значительной степени (на 60–70%) исчерпан. Нарушение нормального режима работы, обусловленного, на-

пример появлением дефектов в магнитопроводах или обмотках изделия, приводит к ухудшению его технических характеристик. В том числе, как правило, в нем растут, и весьма значительно, ваттные потери. При неконтролируемом развитии событий оборудование может выйти из строя с весьма серьезными последствиями. Для обеспечения его надежной работы необходимо проведение систематических работ по диагностике его технического состояния.

Надежность и долговечность электроэнергетического оборудования в значительной степени определяется, как сказано выше, состоянием его обмоток, в том числе вероятностью образования в них дефектов, например, в виде витковых замыканий. Появление последних связано обычно с разрушением изоляции благодаря воздействию вибраций, температуры и других факторов, вызванных условиями эксплуатации. Наличие короткозамкнутых контуров (КЗК), сцепленных с основным магнитным потоком в сердечнике, существенно ухудшает технические характеристики

электрооборудования и надежность его работы. Отсюда вытекает практическая необходимость и важность проведения работ по изучению влияния КЗК на магнитные и электрические процессы в электрооборудовании, разработке и развитию методов и средств их диагностирования

Магнитное поле \overline{H}_k короткозамкнутого контура с током, противодействуя магнитному полю \overline{H}_o обмоток, приводит к изменению поля намагничивания \overline{H}_n , которое может рассматриваться как сумма полей \overline{H}_o и \overline{H}_k . Таким образом, появление КЗК, сцепленного с магнитным потоком магнитопровода, непосредственно влияет благодаря собственному магнитному полю \overline{H}_k на процессы перемагничивания в указанном магнитопроводе и, соответственно, на его магнитные характеристики.

На рис. 1 представлены полученные авторами основные кривые намагничивания материала магнитопровода из электротехнической стали в отсутствие и при наличии КЗК при различных значениях сечения провода в контуре. Сравнение этих кривых дает наглядное представление о влиянии магнитного поля \overline{H}_k как размагничивающего фактора, противодействующего магнитному полю обмотки \overline{H}_o . Действительно, из рисунка 1 видно, что для достижения требуемого значения магнитной индукции B_m в материале магнитопровода напряженность магнитного поля \overline{H}_{mo} обмотки при наличии КЗК и увеличении сечения провода должна быть существенно больше, чем в отсутствие КЗК, чтобы обеспечить необходимое эффективное поле намагничивания \overline{H}_n .

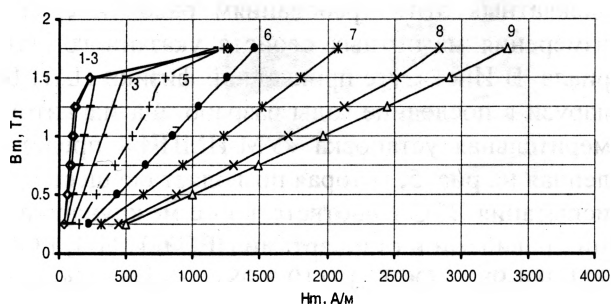


Рис. 1. Кривые намагничивания материала магнитопровода из электротехнической стали при различных значениях сечения S провода в КЗК: 1 — без КЗК; 2 — $S=0,03 \text{ мм}^2$; 3 — $S=0,11 \text{ мм}^2$; 4 — $S=0,25 \text{ мм}^2$; 5 — $S=0,53 \text{ мм}^2$; 6 — $S=0,78 \text{ мм}^2$; 7 — $S=1,19 \text{ мм}^2$; 8 — $S=1,79 \text{ мм}^2$; 9 — $S=2,06 \text{ мм}^2$

На рис. 2 представлена зависимость удельных магнитных потерь в материале магнитопровода трансформатора от амплитуды магнитной индукции в нем при различных значениях сечения провода в КЗК. Из рисунка видно, что наличие КЗК и увеличение сечения провода в нем (что по своему влиянию аналогично увеличению числа короткозамкнутых витков в обмотке) приводит к росту потерь энергии на перемагничивание магнитопровода, уменьшая таким образом к.п.д. изделия.

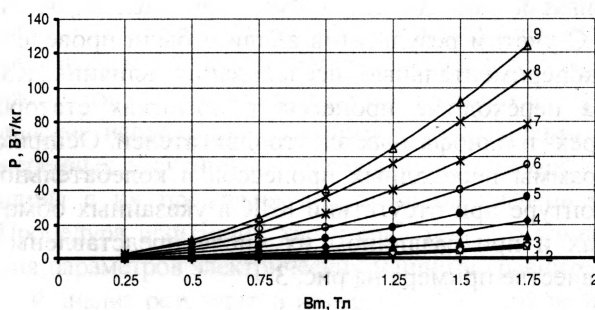


Рис. 2. Зависимость удельных магнитных потерь от амплитуды магнитной индукции в материале магнитопровода из электротехнической стали при различных значениях сечения S провода в КЗК: 1 — без КЗК; 2 — $S=0,03 \text{ мм}^2$; 3 — $S=0,11 \text{ мм}^2$; 4 — $S=0,25 \text{ мм}^2$; 5 — $S=0,53 \text{ мм}^2$; 6 — $S=0,78 \text{ мм}^2$; 7 — $S=1,19 \text{ мм}^2$; 8 — $S=1,79 \text{ мм}^2$; 9 — $S=2,06 \text{ мм}^2$

Известен ряд методов и средств выявления КЗК, см., например, [1–5]. Однако эти и другие используемые методы, а также реализующие их средства диагностики обмоток электрооборудования являются, как правило, системами индикаторного типа и требуют повышения информативности и чувствительности к выявляемому дефекту. Авторами проведены исследования влияния КЗК на переходные электрические процессы в колебательном контуре, одним из элементов которого являлась статорная обмотка L_2 электродвигателя [6]. В результате анализа получены выражения для тока переходного процесса, когда в обмотке L_2 присутствует КЗК и при его отсутствии, соответственно, (1) и (2):

$$i(t) = e^{-\frac{R}{2(L_2 - \Delta L)}t} \left(i_0 \cos \frac{t}{\sqrt{C(L_2 - \Delta L)}} - \left(\frac{C R i_0}{2\sqrt{C(L_2 - \Delta L)}} + \frac{U_{c2} C}{\sqrt{C(L_2 - \Delta L)}} \right) \sin \frac{t}{\sqrt{C(L_2 - \Delta L)}} \right) \quad (1)$$

$$i(t) = e^{-\frac{R}{2L_2}t} \left(i_0 \cos \frac{t}{\sqrt{\frac{C}{L_2}}} - \left(\frac{C R}{L_2} i_0 + \sqrt{\frac{C}{L_2}} U_{c2} \right) \sin \frac{t}{\sqrt{\frac{C}{L_2}}} \right) \quad (2)$$

где R , C — соответственно, омическое и емкостное сопротивление контура, L_2 — индуктивность испытуемой обмотки в отсутствие КЗК, $(L_2 - \Delta L)$ — индуктивность испытуемой обмотки при на-

личии в ней КЗК. Сравнение (1) и (2) показывает, что КЗК уменьшает характеристическое сопротивление ($\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$) и добротность ($Q = \frac{\rho}{R}$) всего колебательного контура. Частота свободных колебаний контура $\omega = \frac{1}{\sqrt{CL}}$, как и декремент затухания $\delta = \frac{R}{2L}$, увеличиваются. В результате скорость затухания переходного процесса в рассматриваемом колебательном контуре в целом растет.

С учетом результатов анализа были проведены экспериментальные исследования влияния КЗК на переходные процессы в обмотках статоров трех- и однофазных электродвигателей. Осциллограммы переходных процессов в колебательном контуре при отсутствии КЗК в указанных обмотках и при различном их числе представлены в качестве примера на рис. 3.

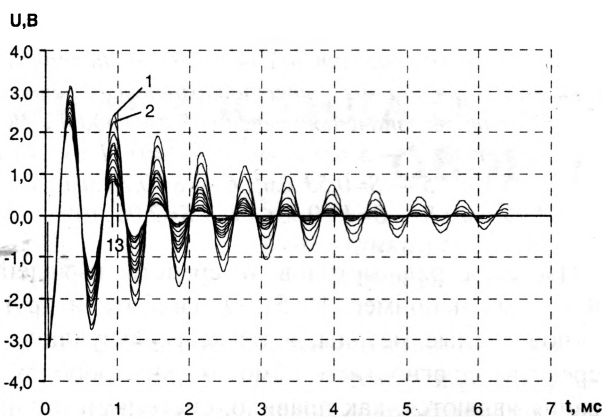


Рис. 3. Затухающие колебания в обмотках при: 1 — без КЗК; 2 — 1 КЗК; ...; 13 — 12 КЗК

На основе проведенных исследований и анализа их результатов была разработана методика диагностирования обмоток одно- и трехфазных электродвигателей, применимая и для диагностирования электрооборудования более широкой номенклатуры. Указанная методика диагностирования реализована на аппаратном и программном уровнях в приборе ДО-1, представленном на рис. 4. Прибор позволяет осуществлять диагностирование обмоток (наличие замыканий межвитковых, на корпус, обрывов, испытание изоляции) в одно- и трехфазных электродвигателях, генераторах и другом электрооборудовании. Он обладает более высокой чувствительностью и информативностью по сравнению с аналогами, позволяет количественно анализировать сигнал, непосред-

ственно обусловленный короткозамкнутым контуром в области максимальной чувствительности. Результаты диагностирования отображаются на дисплее прибора, который имеет встроенную клавиатуру для управления, связь с ПЭВМ через интерфейс RS232.

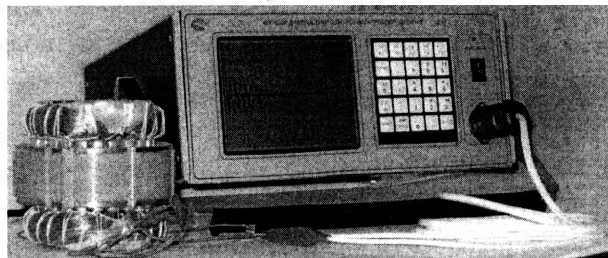


Рис. 4. Прибор для диагностики обмоток электрооборудования ДО-1

Наиболее востребованным материалом для изготовления магнитопроводов электроэнергетического оборудования уже много десятилетий является электротехническая сталь (ЭТС). Качество этого материала, в первую очередь его магнитные свойства, практически определяют уровень магнитных характеристик магнитопроводов. А это, как известно, к.п.д. изделия, его удельная мощность (мощность, отнесенная к единице массы изделия) и т.д. К настоящему времени, выработаны правила и процедуры, закрепленные в межгосударственных стандартах, которые определяют методы испытания ЭТС при определении их магнитных свойств как при входном, так и выходном контроле. Однако предприятия Беларуси — потребители ЭТС (впрочем, как и аналогичные предприятия других стран СНГ) практически не в состоянии осуществлять эффективный контроль качества ЭТС в соответствии с установленными требованиями из-за отсутствия современных, адекватных этим требованиям рабочих средств измерения магнитных свойств указанного материала. В Институте прикладной физики НАН Беларуси в последние годы разработана магнитоизмерительная установка «УМ-ИМПИ», представленная на рис. 5, которая позволяет осуществлять испытания ЭТС в соответствии с международными правилами и стандартами (IEC 60404-4, ГОСТ 12119.4-98, ГОСТ 12119.5-98). Указанная установка внесена в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации.

Ранее говорилось о том, что качество ЭО, в том числе уровень его технических характеристик зависит от качества составляющих компонентов, например, от состояния обмоток или магнитопр-

водов. Было показано, что, например, при появлении в обмотках КЗК, существенно ухудшаются магнитные характеристики магнитопровода, а соответственно, и технические характеристики изделия в целом. Похожая ситуация складывается, когда магнитные характеристики материала магнитопровода ухудшаются в процессе эксплуатации (старение) или благодаря появлению электрического контакта между пластинами из-за нарушения их изоляционного слоя. Все это также приводит к ухудшению технических характеристик ЭО. В этой связи представляется перспективным проводить диагностирование ЭО через анализ информации, получаемой при измерении его основных характеристик, которые являются «отражением» технического состояния изделия. Исходя из этого в Институте прикладной физики на основе проведенных исследований была разработана и реализована в приборе ДСТ-1М соответствующая методология диагностирования силовых трансформаторов. Указанный прибор представлен на рис. 6.

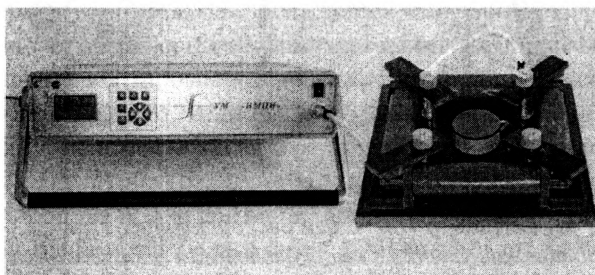


Рис. 5. Общий вид установки «УМ-ИМПИ» для испытания электротехнических сталей

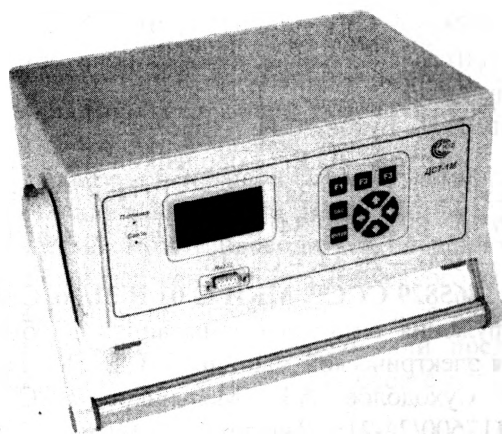


Рис. 6. Прибор ДСТ-1М для диагностики силовых трансформаторов

Прибор ДСТ-1М предназначен для измерения, расчета и анализа параметров силовых трансформаторов в режиме холостого хода, совокупность значений которых содержит объективную информацию,

на основе анализа которой можно судить о техническом состоянии изделия. Позволяет проводить оперативные испытания силовых трансформаторов в условиях их эксплуатации, например, в линиях электрооборудования железной дороги. Может быть использован на электростанциях, подстанциях, в цехах предприятий с энергонасыщенным производством (например, литейных, гальванических), а также при приемо-сдаточных испытаниях силовых трансформаторов и т.д. Внесен в Государственный реестр измерительных приборов Республики Беларусь.

Принципиально такие же подходы были использованы и при разработке методов и средств диагностирования электрических машин постоянного тока, в частности, при их испытаниях после ремонта. Методология испытаний основывается на сравнении измеренных значений параметров испытываемой машины с их предельно допустимыми значениями. Процедура испытаний характерна тем, что измерения параметров электрических машин и сравнительный анализ результатов измерения осуществляются при различных режимах работы этих машин. При каждом режиме работы машины измеряется и анализируется комплекс ее параметров, совокупность измеренных значений которых в сопоставлении с соответствующей совокупностью их предельных значений дает объективную информацию, на основе анализа которой можно судить о техническом состоянии испытываемой машины. Все это требует использования современных технических средств, которые позволяют осуществлять в полном объеме программно реализуемую процедуру измерения и анализа параметров электрической машины при ее испытаниях в различных режимах работы. Использование указанных средств создает объективные возможности для автоматизации процесса испытания электрических машин, повышения надежности и информативности получаемых результатов.

В Институте прикладной физики разработан и метрологически аттестован диагностический комплекс ИПЭМ, представленный на рис. 7, который позволяет осуществлять управление и реализовать испытания электрических машин постоянного тока различной мощности по описанной выше методике.

Одной из распространенных причин возможного выхода из рабочего режима или отказа высоковольтного оборудования является, как показывает опыт, и об этом говорилось выше, неудовлетворительное состояние его изоляции. Ухудшение эксплуатационных характеристик изоляции может быть обусловлено ее старением, наличием

развивающихся дефектов. Достаточно информативным параметром, по которому можно судить о состоянии изоляционного покрытия является величина токов утечки, находящаяся обычно в области очень малых значений. Однако имеющиеся в настоящее время приборы для измерения малых токов, в том числе токов утечки, как правило, основаны на применении контактных методов и их использование в условиях эксплуатации оборудования весьма затруднительно. Более эффективными являются непрерывные или оперативные периодические измерения токов утечки при бесконтактном методе съема сигналов в рабочих условиях и режимах работы оборудования, позволяющие отслеживать их динамику изменения во времени. Это обеспечивает более полную информацию о техническом состоянии изоляции, создавая предпосылки для оценки ее ресурса и повышая тем самым, как сказано выше, вероятность безаварийной работы оборудования.

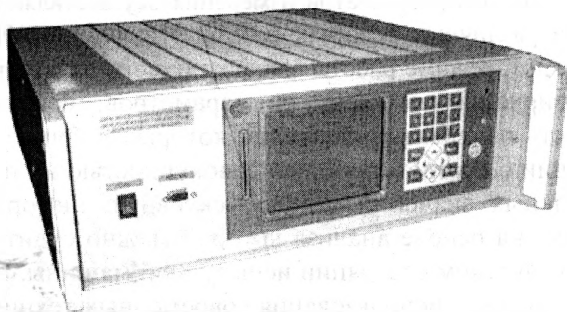


Рис. 7. Диагностический комплекс ИПЭМ для испытания электрических машин постоянного тока

Литература

1. **А. с. 1404986 СССР, МКИ G 01 R 31/06.** Способ контроля качества изоляции обмоток / В.К. Горбунов, С.И. Крюков, Н.И. Суворов и В.Г. Тихобаев (СССР). – № 4152227/24-21; Заявлено 26.11.86; Опубл. 23.06.88, Бюл. № 23 // Открытия. Изобретения. – 1988. – № 23. – С. 203.
2. **Пат. № 2054687 РФ, МКИ G 01 R 31/06.** Устройство для контроля фазных обмоток электрических машин / А.М. Марков, В.Ф. Лучук, И.С. Шукин (СССР). – № 5033990/07; Заявлено 25.03.92; Опубл. 20.02.96, Бюл. № 5 // Открытия. Изобретения. – 1996. – № 5. – С. 202
3. **А. с. 1797082 СССР, МКИ G 01 R 31/06.** Способ контроля изоляции обмоток статоров трехфазных электрических двигателей и устройство для его осуществления / О.А. Алекперов, Д.О. Оруджев, Н.Х. Худиев (СССР). – № 4833070/21; Заявлено 24.07.91; Опубл. 12.04.92, Бюл. № 12 // Откры-

В Институте прикладной физики разработан представленный на рис. 8 прибор ИМТБ для бесконтактного измерения малых токов, в том числе токов утечки в высоковольтном оборудовании через измерение их магнитных полей. Указанный прибор может использоваться для оперативной оценки состояния изоляции электроэнергетического оборудования в условиях его эксплуатации.



Рис. 8. Прибор ИМТБ для бесконтактного измерения токов утечки в высоковольтном оборудовании

- тия. Изобретения. – 1993. – С. 199.
4. **А. с. 1592809 СССР, МКИ G 01 R 31/06.** Способ контроля витковых замыканий в обмотках электрических машин / В.Г. Тихобаев, Ю.К. Горбунов, В.И. Гуков, С.И. Крюков, Б.К. Левин, Я.Я. Соколов, Ю.Е. Городецкий (СССР). – № 4296629/24-21; Заявлено 19.08.87; Опубл. 15.09.90, Бюл. № 34 // Открытия. Изобретения. – 1990. – № 34. – С. 216.
5. **А. с. 1465829 СССР, МКИ G 01 R 31/06.** Способ обнаружения виткового замыкания в обмотке якоря электрической машины / В.Д. Шевеленко, Ю.В. Суходолов, А.И. Мельников (СССР). – № 4117600/24-21; Заявлено 16.09.86; Опубл. 15.03.89, Бюл.
6. Брановицкий И.И., Размыслович Г.И., Мацкевич П.Д. Диагностика обмоток электрооборудования // «ЭНЕРГЕТИКА». Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ, с. 5 – 11.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БЕЛАРУСИ

Гордиенко А.И., Поболь И.Л.

Физико-технический институт НАН Беларуси

Процессы модифицирования свойств поверхности металлических изделий, а также получения неразъемных соединений являются приоритетными направлениями в материаловедении и создании перспективных технологий. Возможности традиционных методов обработки с целью повышения физико-механических свойств материалов в значительной степени исчерпаны, актуален поиск новых процессов. Принципиально новые перспективы открывает использование концентрированных потоков энергии, в том числе электронно-лучевого (ЭЛ) воздействия.

За последние 20–30 лет в значительной степени раскрыты особенности ЭЛ **переплава, сварки, испарения металлов с осаждения покрытий**. Изучаются методы поверхностной **закалки** сплавов. Однако их промышленное применение требует теоретического и экспериментального изучения процессов взаимодействия луча с материалами, особенностей структурно-фазовых превращений.

Основные направления исследований

В ФТИ НАН Беларуси на протяжении нескольких десятилетий проводятся исследования возможностей использования ЭЛ нагрева для получения неразъемных соединений и модифицирования материалов. Исследуются методы обработки и разрабатываются для нужд предприятий технологии сварки, пайки, поверхностного упрочнения, рафинирующего переплава дорогостоящих металлов и сплавов.

При реализации методов ЭЛ модифицирования материалов, в зависимости от условий эксплуатации изделий, может проводиться поверхностное упрочнение без изменения химического состава материала основы (стали, титанового сплава и др.), а также с одновременным или предварительным нанесением на основу слоя с отличным от основы химическим составом.

При получении неразъемных соединений могут быть получены такие детали, которые, будучи изготовленными из однородных (например, из одной марки стали) или разнородных материалов (детали из разных марок стали или узлы «керамика – металл»), способны противостоять интенсивным внешним воздействиям.

Применяемое для проведения этих процессов оборудование, с одной стороны, — дорогостоящее, а с другой — универсальное. Основными параметрами обработки, которые в совокупности формируют температурное поле в заготовке и определяют характер реализуемого процесса, являются ускоряющее напряжение U , ток луча I , удельная мощность q в месте воздействия луча на материал, длительность нагрева t или скорость перемещения луча V . При этом для реализации конкретного метода обработки затрачивается некоторое количество энергии, передаваемой заготовке лучом, что определяется энерговыделением Q . В таблице представлены основные направления выполняемых в ФТИ исследований с соответствующими значениями параметров (расположены в порядке возрастания характерных значений Q для обработки одного изделия).

Таблица

Технологические применения

Технолог. применения	Параметры ЭЛ воздействия	Области применения
Закалка поверхности	$U=10-60$ кВ; $q\sim 200-3000$ Вт/см ² ; $t\sim 1-10$ с; $Q\sim 1-10$ кДж	Машиностроение, инструментальное производство
Пайка СТМ	$U=10-60$ кВ; $q\sim 100-200$ Вт/см ² ; $t\sim 10-120$ с; $Q\sim 10-20$ кДж	Инструментальное производство
Сварка	$U=60$ кВ; $q\sim 10^4-5\cdot 10^6$ Вт/см ² ; $V\sim 1-100$ мм/с; $Q\sim 20-500$ кДж	Машиностроение
Наплавка, нанесение покрытий	$U=10-60$ кВ; $q\sim 10^3-5\cdot 10^4$ Вт/см ² ; $t\sim 1-10$ с; $Q\sim 50-500$ кДж	Формирование износо- и коррозионностойких слоев
Оплавление, переплав	$U=10-60$ кВ; $q\sim 200-2500$ Вт/см ² ; $t\sim 10-1000$ с; $Q\sim 50-3000$ кДж	Рафинирование металлов, получение сплавов

Большие экономические преимущества могут быть обеспечены при использовании модернизированных серийных ЭЛ установок для реализации широкой гаммы методов обработки матери-

лов путем варьирования основными параметрами источника воздействия, т.е. перечисленные технологии могут быть реализованы на одной ЭЛ установке. В наибольшей степени в настоящее время на предприятиях Беларуси оказались востребованными методы сварки (ЭЛС) металлических материалов.

Электронно-лучевая сварка

Особенности ЭЛС — это возможность значительного повышения производительности труда, экономия материалов, уменьшение монтажного времени, повышение скорости сварки и экономичности защиты, снижение количества деталей в узле. Надо сказать, что, несмотря на длительное использование технологий ЭЛС отсутствует единая точка зрения на механизм глубокого проплавления. Поэтому изучение процессов ЭЛ обработки находится на острие современной науки, в том числе и материаловедения.

Преимущества ЭЛС

- Повышение производительности труда до 800%
- Экономия материалов до 30%
- Уменьшение монтажного времени на 40-80%
- Повышение скорости сварки более чем на 100%
- Повышение экономичности защиты до 35 раз
- Снижение количества деталей в узле

Преимущества ЭЛС перед дуговой сваркой (рис. 1) — это энергетическая эффективность, снижение теплового вложения в изделие, возможность кинжального проплавления как тонких, так и толстостенных изделий — до 200 мм для стали и до 300–400 мм для сплавов титана и алюминия за один проход луча (рис. 2).

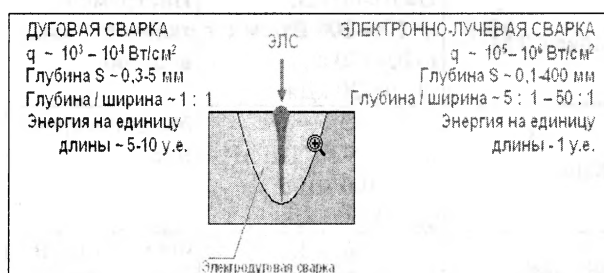


Рис. 1. Сравнение характеристик ЭЛС и дуговой сварки

Отсюда — минимальные деформации детали. ЭЛ обработка, как правило, проводится в вакууме. Габариты рабочих камер определяются размерами деталей и необходимой производительностью. Для сварки корпусов подводных лодок и авиационной техники требуются установки с большой камерой. Самая большая в мире рабочая камера имеет объем 1500 куб. м. Однако применяется и ЭЛС в атмосфере — без вакуума. В этом

случае производительность процесса не ограничивается требованием получения вакуума. Однако из-за рассеяния потока электронов имеется ограничение по толщине свариваемых деталей — до 25 мм (рис. 3).

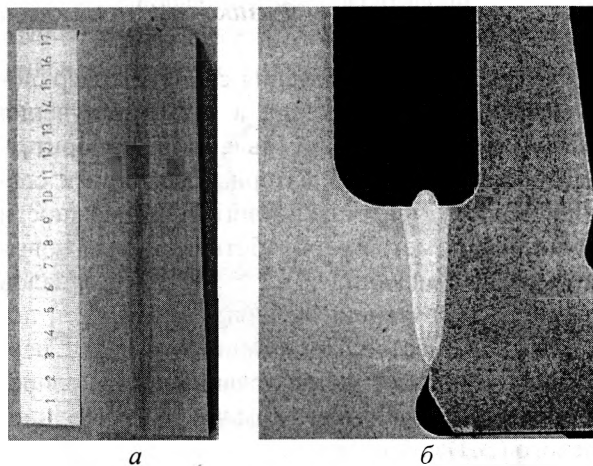


Рис. 2. Соединения ЭЛС в конструкционных сталях, глубина проплавления 170 мм (а), шов ЭЛС в зубчатом колесе, глубина 5,5 мм (б)

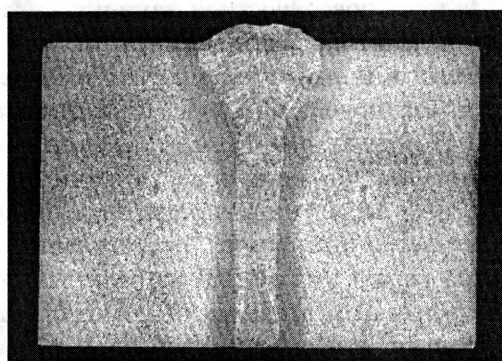


Рис. 3. ЭЛС на воздухе пластины толщиной 25 мм из стали

Основные применения технологий ЭЛС — автомобильная промышленность (до 40% объема сварочного производства выполняется с помощью ЭЛС), авиационная и космическая промышленность, энергомашиностроение, тяжелое и легкое машиностроение, судостроение, точная механика, производство инструмента, приборостроение, электротехника, электроника. Наибольшее количество установок работает в автомобилестроении (рис. 4). Мировой опыт эксплуатации показал, что срок окупаемости ЭЛ оборудования — 1–1,5 года.

В ФТИ создана универсальная лабораторная установка с мощностью луча 15 кВт. Наряду с научными исследованиями, нами совместно с промышленными предприятиями, в частности, «Ам-

кодор-Ударник», Минским тракторным заводом, Минским заводом шестерен и др. изготавливаются детали типа шестерен, валов, что позволяет снижать материалоемкость узлов до 50 %.

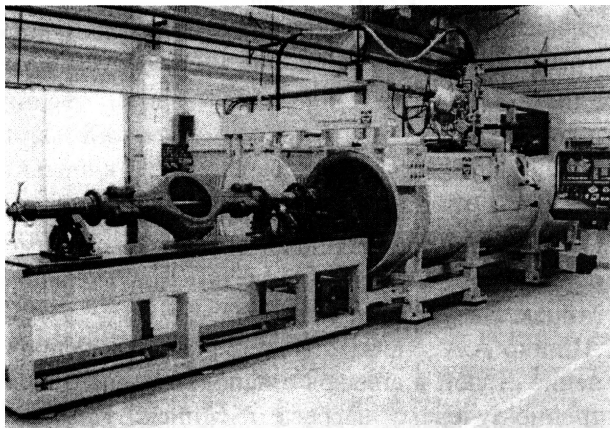


Рис. 4. Установка для ЭЛС корпуса моста грузового автомобиля

На МТЗ, с которым ФТИ давно и тесно сотрудничает по различным направлениям, работы по ЭЛ сварке были начаты около 10 лет назад. Завод начал с двух наименований шестерен, они свариваются на установках типа такт-машин (рис. 5). С течением времени количество наименований шестерен достигло десятка, сварочные операции с этими деталями проводит ФТИ. Сейчас МТЗ принял решение поднять технический уровень своего оборудования и довести его по возможностям до мирового. А это в свою очередь связано и с мировым уровнем стоимости — завод готов заплатить более 500 000 евро за одну установку.

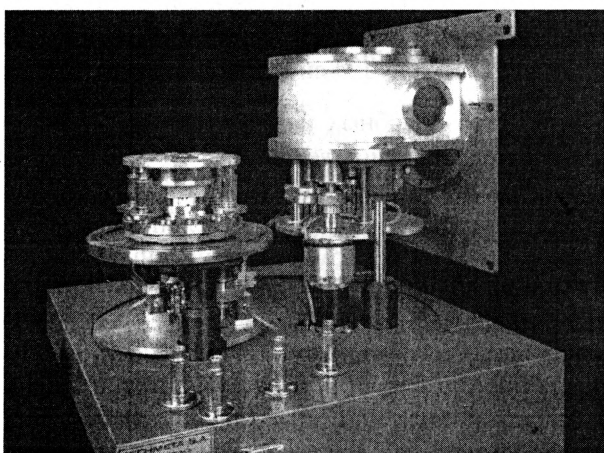


Рис. 5. Установка ЭЛС типа такт-машина

Часто нами в комплексе создаются новые материалы, разрабатываются новые, высокие технологии. Так, совместными усилиями пяти лабораторий ФТИ и работников Минского моторного за-

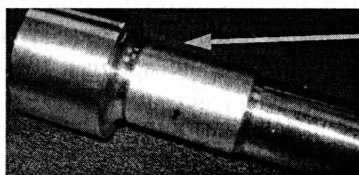
вода разработаны 11 новых технологий, создана гамма отечественных поршней, отвечающих требованиям Евро-3, начата работа по созданию поршня, соответствующего Евро-4.

В числе прочих подтверждена возможность и показаны преимущества изготовления режущего инструмента путем ЭЛ пайки сверхтвердых материалов (КНБ и алмазов) к стальной основе. Такой инструмент показал высокую стойкость при лезвийной обработке высокотвердых материалов. На ММЗ с успехом испытаны высокоэффективные алмазные резцы для обработки пальцевого отверстия и канавок в поршне из сплава Al-Si.

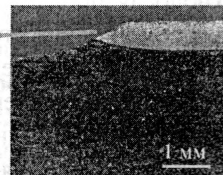
Следующий пример — начавшееся сотрудничество с Борисовским заводом агрегатов. Сейчас в связи с необходимостью создания техники, соответствующей Евро-4 и более высоким требованиям, необходимо разрабатывать новые материалы и технологии, при этом более экономически эффективные. ЭЛ сварка, как показали наши исследования, и это соответствует мировому опыту, является следующим шагом использования высоких технологий для изготовления роторов турбокомпрессоров (рис. 6). При этом с помощью одного ЭЛ источника выполняется сварка, отпуск для снятия сварочных напряжений и закалка посадочного места подшипника на валу. ЭЛС обеспечивает высокую прочность, надежность и повторяемость процесса. Стоимость работ значительно снижается по сравнению со сваркой трением. Не требуются печи, установка закалки ТВЧ. Процесс обработки может быть полностью автоматизирован.



а



б



в

Рис. 6. Ротор турбокомпрессора после ЭЛС (а), вал ротора после ЭЛ закалки поверхности (б и в)

Что дальше?

Возможности получения соединений на установке ФТИ ограничены небольшими габаритами рабочей камеры. Вместе с тем, ряд предприятий имеет широкую номенклатуру крупногабаритных изделий, для изготовления которых перспективно использование ЭЛ сварки и упрочнения. Поступают запросы по разработке технологий ЭЛС и изготовлению изделий от зарубежных заказчиков.

Мы пришли к выводу, что для дальнейшего движения необходимо выполнить достаточно серьезные капитальные вложения по изготовлению крупногабаритного вакуумного оборудования. Нарботанный нами опыт сотрудничества в этой области с более чем 10-ю предприятиями, позволяет смотреть с оптимизмом в будущее развития ЭЛ технологий. Совместно с *ПО «БелАЗ»* и *ОАО «Белкард»* предполагается изготавливать с применением ЭЛС детали с размерами до 1 м и более. Это даст возможность существенно снизить материалоемкость и стоимость продукции.

Ввиду достаточно высокой стоимости установок для ЭЛС целесообразно создание специализированного производства, на котором квалифи-

цированный персонал разрабатывает технологические процессы и выполняет заказы промышленных предприятий. Такую функцию взял на себя ФТИ НАН Беларуси, выполняя поисковые исследования и разрабатывая новые технологии. В перспективе ФТИ может полностью обеспечить потребности многих предприятий Беларуси в услугах по ЭЛС.

Литература

1. Белый А.В., Макушок Е.М., Поболь И.Л. Поверхностная упрочняющая обработка с применением концентрированных потоков энергии / Минск: Наука і тэхніка, 1990. – 79 с.
2. Шипко А.А., Поболь И.Л., Урбан И.Г. Упрочнение сталей и сплавов с использованием электронно-лучевого нагрева / Минск: Наука і тэхніка, 1995. – 280 с.
3. Алехнович В.Н. Алифанов А.В., Гордиенко А.И., Поболь И.Л. Электронно-лучевая обработка материалов / Минск: Белорус. наука, 2006. – 319 с.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ ТЕРМОРЕЗИСТОРОВ С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Волков Н.Н.

Витебский завод радиодеталей «Монолит»

Разработка относится к наукоемким производствам, включает в себя значительный объем исследовательских, конструкторских и технологических работ, направленных на создание энергоэффективного пожаро- и экологически безопасного нагревательного элемента и устройств для нагрева воздуха с целью создания комфортной климатической среды в помещениях. В настоящее время полностью отработана технология производства терморезисторов, освоено производство нагревательных регистров, тепловых панелей, бытовых тепловентиляторов, мощных промышленных тепловентиляторов, канальных нагревателей и подпотолочных воздушноотопительных агрегатов. Ожидаемая экономия электроэнергии от внедрения осваиваемых изделий взамен устройств на традиционных электронагревателях от 17 до 30%.

Производство подобных нагревательных элементов является в стране единственным.

На предприятии освоена технология производства терморезисторов с положительным температурным коэффициентом сопротивления (РТС) и различных нагревательных устройств с их применением. Базовым элементом нагревательных устройств является регистр, построенный на терморезисторах с элементами, эффективно отводящими тепло. При использовании различных типоразмеров регистров, набираются практически любые размеры тепловых панелей, которые могут быть встроены в системы конвективного нагрева воздушной среды, причем КПД системы повышается с увеличением производительности воздушного потока, проходящего через тепловую панель

и достигает 90–95%.

Такой эффект достигается за счет свойств полупроводниковой РТС-керамики из которой изготавливаются РТС-терморезисторы (позисторы), имеющей нелинейную зависимость электрического сопротивления от температуры нагрева. При подаче напряжения на терморезистор он начинает нагреваться и при превышении температуры Кюри (температура минимального сопротивления) сопротивление резко увеличивается, ограничивая протекающий через позистор ток и стабилизируется в так называемой «точке переключения», которая определяется составом керамики, может быть выбрана в достаточно широком диапазоне и для данных устройств установлена на уровне $235 \pm 15^\circ\text{C}$. Данная температура поддерживается в теле позистора даже при самом интенсивном съеме тепла с его поверхности.

Указанные свойства позисторов определяют преимущества построенных на его основе нагревательных устройств для обогрева воздуха:

- **Пожаробезопасность:** максимальная температура на поверхности нагревателя даже в аварийном режиме (при остановке вентилятора) не превышает 250°C , на корпусе реального нагревательного устройства за счет потерь при теплопередаче не более 95°C ;

- **Свойства саморегулирования:** отдаваемая тепловая мощность зависит от температуры окружающей среды (чем ниже температура, тем выше мощность) и скорости воздушного потока через нагреватель, что определяет возможность достаточно простого управления тепловой мощности изменением производительности воздушного потока (при отключении вентилятора потребляемая мощность уменьшается на порядок);

- **Экологическая чистота:** не сжигается кислород воздуха, не образуются угарный газ и другие вредные вещества, не выделяются специфические запахи;

- **Выдерживают значительные скачки напряжения** (пробивное напряжение 500–600 В) и изменение напряжения на $\pm 25\%$ приводит к изменению мощности около $\pm 10\%$;

- **Достаточно высокая удельная мощность:** нагревательный регистр размерами $154 \times 102 \times 20$ мм обеспечивает мощность при производительности воздуха $200 \text{ м}^3/\text{час}$ $2,5 \text{ кВт}$;

- **Отсутствие инфракрасного излучения,** что позволяет располагать рядом с регистрами детали из нетермостойких пластмасс, двигатели вентиляторов, что не приведет к их перегреву;

- **Имеют длительный срок службы** (не менее

20000 часов непрерывной работы, теряют работоспособность только при полном механическом разрушении).

Указанные преимущества и эффективность использования нагревательных устройств на основе РТС-терморезисторов подтверждены неоднократными экспериментами и испытаниями, а также исследованиями проведенными на кафедре физики ВГУ им. Машерова, ИФТТ НАН Беларуси, ИТА НАН Беларуси. При сравнительных испытаниях в одинаковых условиях (нагрев комнаты с 16 до 33 градусов) 3-х киловаттных тешувентиляторов, построенных на ТЭНах и позисторных нагревательных регистрах последним была нагрета комната за 2,75 часа, что на 1 час меньше, чем тепло-вентилятором на ТЭНах, при этом затраты электроэнергии на 17,5% меньше у прибора с позисторными нагревателями. Экономия энергии в данном эксперименте составляет 0,51 т у.т.

Учитывая складывающуюся в мире ситуацию с энергоносителями, строительные и эксплуатационные затраты на использование наиболее употребительных методов подогрева помещений, можно прогнозировать тенденцию на увеличение доли электроэнергии на нужды отопления.

К основным преимуществам электрического отопления относятся:

- хорошая управляемость и высокая степень автоматизации процесса отпуска теплоты;

- отсутствие продуктов сгорания и загрязнения атмосферы, высокая транспортабельность электроэнергии, позволяющая отказаться от строительства тепловых сетей и внутридомовых трубопроводов систем отопления;

- простота и быстрота монтажа электропроводки к отопительным приборам, мобильность легких отопительных приборов;

- высокий КПД.

Применение нагревательных регистров и тепловых панелей на их основе позволяет изготавливать:

1. Тепловентиляторы, тепловые пушки

Единичные регистры могут быть использованы в составе бытовых мощностью 1...1,5 кВт, тепловые панели — в мощных промышленных мощностью до 12 кВт. Регулировка мощности осуществляется подключением групп регистров или изменением скорости воздушного потока.

2. Канальные электронагреватели

Канальные нагреватели представляют собой тепловые панели, встраиваемые в каналы систем приточной вентиляции. Мощность нагревателей определяется типом системы приточной вентиляции и может быть от единиц до десятков кВт. Ре-

гулирование мощности необходимо производить ступенчато включением определенного количества регистров, поскольку регулирование производительности воздушного потока в стационарных приточных установках затруднено необходимостью соблюдения баланса воздушной среды и применяемым типом двигателей вентиляторов.

3. Крышные и потолочные воздушно-нагревательные агрегаты

Крышные и потолочные нагревательные агрегаты предназначены для отопления больших и достаточно высоких помещений: торговых залов, складов, производственных цехов и т.п. Агрегаты монтируются под перекрытием помещения. Потолочные агрегаты работают на принципе рециркуляции воздуха, крышные нагнетают внешний воздух или работают в смешанном режиме. Поток воздуха, направленный сверху вниз, вертикально или под каким-либо углом, ограничивает неблагоприятное расслоение температуры воздушной массы в помещении, понижает потери тепла через перекрытие, поднимая одновременно температуру в зоне пребывания людей. Очевидно, что для поддержания необходимой температуры, требуется меньшая мощность нагревательных элементов.

4. Технологические установки

Технологические установки могут быть построены по типу тепловентиляторов, встроенных в комплекс технологического оборудования. Они за счет малой инерционности нагрева и высокой температуры воздуха на выходе обеспечат эко-

номичную и быструю сушку или нагрев деталей, материалов, сырья и т.д.

5. Прочие воздушно-отопительные агрегаты

На базе регистров и тешовых панелей могут быть построены и другие тепловые устройства и системы в т.ч.: кондиционеры, электрокалориферы, воздушные тепловые завесы и т.д.

Опытно-промышленная эксплуатация воздушно-нагревательных устройств на предприятии показала их эффективность для вышеуказанных целей. За счет всех преимуществ позисторных нагревателей, установленных взамен ТЭНов равноценной мощности, и установленных в необходимых помещениях промышленных тепловентиляторов, экономия электроэнергии для целей догрева помещений до требований технологии составила 54%, в отопительный период не было случаев простоя по причине нарушения режимов микроклимата, достижение необходимой температуры перед началом смены происходило приблизительно на 30–40 минут быстрее, что позволяло включать центральный кондиционер на такое же время позже, экономя при этом на энергопотреблении мощными двигателями вентиляторов. Целевой показатель при этом по корпусу производства конденсаторов (правда с учетом роста объемов и достаточно мягкой зимы) составил 65% по корпусу. Там же, где при прочих равных условиях позисторные нагреватели не были установлены, даже планируемый показатель был едва достигнут, что говорит о высокой эффективности воздушнонагревательных устройств на позисторных нагревателях.

УДК 674.047

НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ МАТЕРИАЛОВ

Н.М. Горбачев, ИТМО им. А.В. Лыкова

Сушка широко распространена в производстве древесины, минеральных удобрений, солей, химических волокон, полимеров, продуктов питания и т.д. Этот теплотехнический процесс, или точнее совокупность процессов переноса тепла и массы, сопровождающихся структурно-механическими изменениями высушиваемых материалов, является для ряда производств наиболее энергозатратной частью. Стоимость многих товарных или промежуточных продуктов в значительной степени определяется затратами на сушку: чтобы высушить 50 м³ пиломатериалов необходимо сжечь ~ 14 тонн древесного топлива. Поэтому в настоящее время

основной задачей при создании сушильной техники является создание новых комбинированных методов сушки, которые обеспечивают снижение энергозатрат при сохранении требуемых свойств высушиваемых материалов.

Энергоэффективность тепловой сушки характеризуется коэффициентом полезного действия, определяемого отношением полезно используемой тепловой энергии к затраченной. Теоретически необходимое количество теплоты на испарение 1 кг влаги составляет 2200–2700 кДж. Верхний предел удельного расхода теплоты относится к удалению связанной влаги. В лесосушильных камерах

непрерывного действия эта величина составляет 3000–4000 кДж/кг, в камерах периодического действия 2700–6500 кДж/кг. Существует значительный резерв снижения затрат энергии.

Известны две основные группы методов повышения тепловой экологичности сушилок:

1) Теплотехнические и конструктивно-технологические — это выбор рационально-тепловых схем, режимных параметров сушки, коэффициентов рециркуляции сушильного агента, управление конечным влажосодержанием, улучшением аэродинамики использования отработанного сушильного агента;

2) Кинетические, способствующие повышению интенсивности сушки — интенсифицирующие внешний и внутренний теплообмен.

Первая группа методов связана с решением задачи на макро уровне, вторая — на микроуровне.

Анализ используемых методов показывает, что на практике наиболее эффективным являются комбинированные методы, причем выбор оптимального способа определяется его технико-экономической целесообразностью и зависит от стоимости топлив на момент выбора. Выбор теплотехнических и конструктивно-технологических мероприятий проводится на основе системного подхода с учетом потоков энергии и материалов установок, работающих совместно с сушилками. Например, использование уходящих газов котельных установок в качестве источника тепла сушилок или использование конденсата от регенераторов сушилок в качестве компонента защитного состава установок пропитки древесины.

Создание многоцелевых технологий является перспективным направлением повышения эффективности производства.

Тепло-массоперенос оказывает определяющее влияние на скорость сушки, качество продукта и расход энергии.

Распространенным способом интенсификации внешнего теплообмена является использование перегретого пара в качестве сушильного агента. При этом достигается:

- более полная утилизация тепла отработавшего сушильного агента;
- сокращение энергии на циркуляцию сушильного агента;
- возможность использования высоких температур, до 600°C.

Интенсификация внутреннего теплообмена достигается:

- изменением структуры материала;

– введением в объем материала специальных добавок;

– управлением характером распределения температуры, влажосодержанием и давлением в объеме материала за счет применения различных, изменяющихся во времени способов и параметров энергоподвода к материалу [1].

Интенсификация внутреннего теплообмена наиболее эффективна для сокращения общей длительности сушки и соответствующего уменьшения потерь энергии через ограждающие конструкции и с отработавшим сушильным агентом.

Современное состояние развития технологии контроля и управления позволяет реализовать «позонное» управление процессом интенсификации сушки, локализацию подвода энергии, что обеспечивает снижение расхода сушильного агента и энергии на его перемещение.

Автоматизация процессов сушки в конвективных лесосушильных камерах позволила нам реализовать эффективные прерывистые (импульсные) режимы сушки. В результате затраты электроэнергии были снижены на 12%, затраты тепловой энергии на 15%.

В настоящее время в ИТМО НАН Беларуси проводится комплекс работ по адаптации процессов сушки со сбросом давления пара для качественной сушки древесины. Этот способ известен с 1926 года. Однако отсутствие соответствующих технологий ограничивало его применение только для сушки твердых топлив.

При таком способе влажный материал предварительно прогревается в герметичной камере с ростом давления до 1,2 мПа, затем при быстром (несколько секунд) сбросе давления из камеры за счет аккумулированного тепла происходит бурное парообразование в объеме материала. Молярный поток выбрасывает частицы жидкости без испарения, в результате чего снижаются затраты тепла на сушку до 20–30%, т.е. реализуется комбинированное термомеханическое обезвоживание.

При дальнейшем росте стоимости теплоносителей может оказаться эффективным механическое обезвоживание на центрифугах, разработанных ранее в ИТМО и НПО «Центр».

В заключении следует отметить:

Для использования резерва существующих методов совершенствования сушильных процессов помимо научно-технических необходимо проведение организационно-технических мероприятий по инвентаризации существующих производств, использующих технологии сушки, энергоаудит и нормирование затрат на сушку.

Литература

1. Данилов О.Л., Леончик Б.И. Экономия энергии при тепловой сушке. – М.: Энергоатомиздат. – 1986.

ПРИМЕНЕНИЕ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО ГРАФИТА ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ УЗЛОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ильин Е.Т. к.т.н., Колпациков В.Л. к.ф.-м.н.

В настоящее время в мире бурно развиваются направления, которые связаны с разработкой новых высоконадежных уплотнительных изделий нового поколения на основе терморасширенного графита (далее – ТРГ), арамидного волокна, углеволокна и политетрафторэтилена (тефлона) далее ПТФЭ и их композитов. Обладая рядом уникальных свойств, эти материалы уже сейчас широко применяются в качестве уплотнительных изделий на электростанциях, на предприятиях нефтепереработки, нефтехимии, химии и других отраслях. Основные характеристики уплотнительных материалов на основе ТРГ и сравнение их с ранее применявшимися изделиями, изготовляемыми на основе асбестового волокна, представлены в табл. 1.

графита, обладающие высокой термостойкостью и упругостью, что обеспечивает высокую степень герметичности при постоянных сменах температуры.

Основные особенности применения уплотняющего материала из ТРГ заключаются в том, что для сохранения его упругих свойств необходимо, чтобы кольцо находилось в зоне пластической деформации при приложении усилия, равного усилию обжатия. Поэтому плотность колец, устанавливаемых в сальниковую камеру в зависимости от рабочего давления, должна выбираться в соответствии с кривой пластической деформации. Оптимальное изменение плотности материала в зависимости от рабочего давления представлено на рис. 1.

Таблица 1

Основные характеристики уплотнительных материалов

Характеристика материала	Изделия из асбеста (АГ-50)	Изделия			
		из ТРГ	из арамидного волокна	из углеволокна	из ПТФЭ
Плотность, г/см ³	1,8-2,2	1,0-1,6	1,0-1,7	1,0-1,6	1,0-1,6
Температура эксплуатации, °С	400	-196 +450 (560)*	280	280-500	-200- +260
Теплопроводность, Вт/мК	0,03	3-150	0,32	3-5	0,24 (1,14)**
Химическая стойкость, Рн	4-12	1-14	2-12	1-14	0-14
Упругие деформации, %	1,5-3,5	8-10	2-3	2-4	1,4-3
Коэффициент трения по стали	0,37	0,1	0,25	0,2	0,02- 0,04

Примечание: * — при уплотнении паровой среды;

** — для графитонаполненного фторопласта.

Наиболее широкое применение на объектах энергетики нашли материалы из терморасширенного

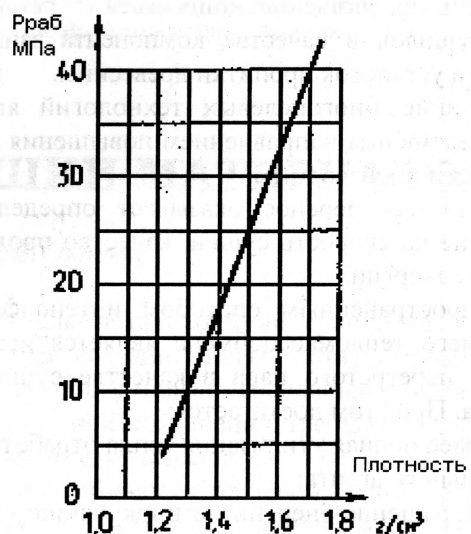


Рис. 1. Изменение плотности уплотняющего материала на основе ТРГ от рабочего давления

Учитывая, что в реальных условиях производства и эксплуатации, практически невозможно обеспечить непрерывное изменение плотности колец

от давления рабочей среды, как указано на рис. 1, была разработана шкала оптимальной плотности уплотнительных колец из ТРГ для арматуры:

$$PN \leq 6,3 \text{ МПа} - \rho = 1,0 \div 1,25 \text{ г/см}^3;$$

$$PN \leq 10 \text{ МПа} - \rho = 1,3 \div 1,4 \text{ г/см}^3$$

$$10 \text{ МПа} < PN \leq 30 \text{ МПа} - \rho = 1,4 \div 1,6 \text{ г/см}^3.$$

Как показал опыт эксплуатации и результаты испытаний сальниковой набивки из ТРГ количество уплотняющих колец устанавливаемых в сальниковую камеру должно выбираться в соответствии с рекомендациями представленными на рис. 2. Не допускается устанавливать в сальниковую камеру лишние кольца из терморасширенного графита, так как увеличенное количество колец невозможно качественно обжать при приложении расчетного усилия затяжки. Недожатые нижние кольца уплотняющего материала могут привести к проникновению рабочей среды в межкольцевое пространство, что способствует возникновению электрохимической коррозии. Кроме этого, при перемещении штока происходит ослабление усилия затяжки сальника, что может привести к появлению протечек и даже способствовать выбиванию сальника. Увеличение усилия затяжки сверх расчетного уровня, при увеличении числа колец, приводит к повышению плотности верхних колец и снижению их уплотняющих свойств, вызывает необходимость приложения большего усилия для перемещения штока, может привести к возникновению усилий, способных оборвать шпильки или затяжные болты. Поэтому, если сальниковая камера имеет большую глубину необходимо изготовить кольцо-проставку, которое позволит производить набивку сальника из материала на основе ТРГ в соответствии с рекомендациями указанными на рис. 2.

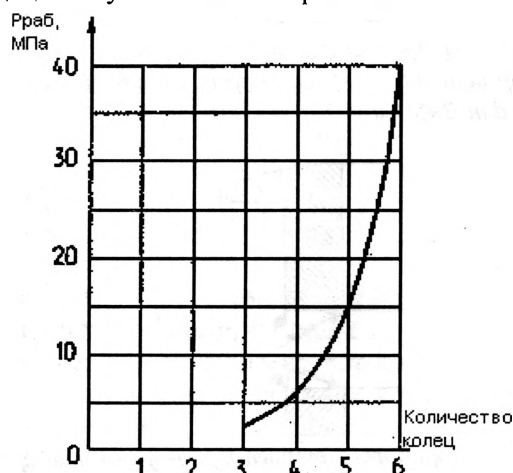


Рис. 2. Изменение числа колец в зависимости от рабочего давления

Надежность герметизации сальникового узла в значительной степени определяется правильностью выполнения операций по затяжке сальника. В процессе затяжки сальника, при «сухом» трении, когда подача рабочей среды отсутствует, как показали результаты исследований, коэффициент трения как правило в 2–4 раза выше, чем при работе сальника с подачей рабочей среды. В результате, при предварительном обжатии сальника, нижние уплотняющие элементы оказываются обжатыми с недостаточным усилием. Стендовые испытания и опытная эксплуатация показали, что при выполнении первых ходов штока после предварительной затяжки сальника происходит значительное снижение усилия сжатия, но с каждым следующим ходом штока величина изменения усилия постепенно снижается. После выполнения штоком 5–10 ходов наступает стабилизация и дальнейшего ослабления осевого усилия затяжки не происходит. Это связано с тем, что при возвратно-поступательном движении штока происходит нарушение фрикционных связей, возникающих на поверхностях контакта набивки с элементами сальникового узла. В процессе разрушения фрикционных связей, имеющиеся пустоты заполняются материалом набивки, которая находится в напряженном состоянии. В результате напряжение в набивке ослабевает, уменьшается сила трения, уменьшается и величина осевой и боковой сил, что может привести к разгерметизации сальника. Поэтому после выполнения 5–10 ходов необходимо обязательно произвести подтяжку сальника с расчетным усилием, как будет приведено ниже.

Усилие затяжки, в зависимости от параметров рабочей среды, можно определить из выражения:

$$Q = 2 \cdot 10^3 \cdot F_c \cdot P_{раб},$$

где Q — усилие затяжки, кН; F_c — площадь сальника, м²; $P_{раб}$ — давление рабочей среды, МПа.

Для практической работы иногда целесообразнее определить не усилие обжатия, а величину усадки пакета для получения необходимой величины затяжки. Это можно сделать по приближенной зависимости:

$$\Delta H = Hc \sqrt{P_{раб} / 10\rho^3}$$

где ΔH — величина усадки, мм; Hc — высота пакета сальника в свободном состоянии, мм; ρ — плотность уплотняющего материала, г/см³.

На рис. 3 и рис. 4 представлены конструкции узлов уплотнения штоков арматуры.

Размеры колец выбираются в соответствии с диаметрами сальниковой камеры и штока. Высота сальникового пакета (количество колец) определя-

ется в соответствии с рис.2. Для арматуры высокого давления предусматривается установка замыкающих колец. Для этих целей, как показала практика эксплуатации, лучше всего использовать армированные металлической фольгой кольца (типа КГФ-С) или использовать кольца из предварительно обжатого до плотности $1,7-1,8 \text{ г/см}^2$ плетеного шнура из арамидного волокна, углеволокна или графитового армированного волокна Н-1300 или Н-1200.

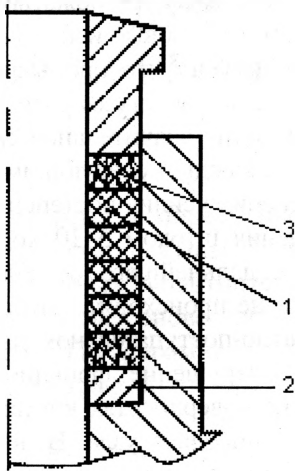


Рис. 3. Конструкция узла уплотнения для арматуры высокого давления $P_{\text{раб}} \geq 6,3 \text{ МПа}$: 1 — уплотнительное кольцо типа КГФ; 2 — подсальниковое кольцо; 3 — замыкающее кольцо

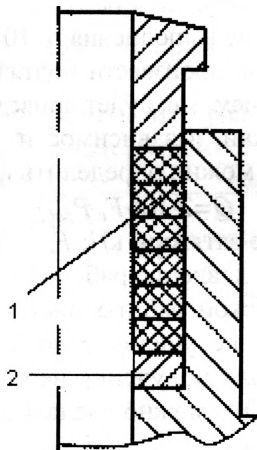


Рис. 4. Конструкция узла уплотнения для арматуры низкого давления $P_{\text{раб}} \leq 6,3 \text{ МПа}$: 1 — уплотнительное кольцо типа КГФ; 2 — подсальниковое кольцо

Опыт эксплуатации на электростанциях АО «Мосэнерго» и АО «Ленэнерго» уплотнений из материала на основе ТРГ в течение 15-ти лет, показал что изделия из нового материала сохраняют упругие свойства без изменения весь период работы

между капитальными ремонтами. Нет проблем с высыханием набивки, изменением ее объема в сальниковой камере, т.е. при нормальном состоянии штока уплотнение работает много лет без пропуска среды. Персоналом отмечен эффект самолечения графитом небольших царапин и изъянов на стыках арматуры в процессе работы. Срок службы набивки на основе ТРГ по сравнению с ранее применявшимися сальниковыми набивками АГ-50 и АГ-1 увеличивается в 3–5 раз, что сокращает использование уплотняющего материала, уменьшается количество аварийных остановов по вине сальниковой набивки. Почти полностью ликвидируется парение арматуры через сальниковую набивку.

Ранее при применении мягких набивок дно сальниковой камеры и торцевую поверхность грундбоксы сальника часто выполняли конической. Применение такой конструкции при использовании набивки из ТРГ приведет к разрушению верхнего и нижнего кольца набивки, что в конечном счете вызовет разгерметизацию сальника. Для предотвращения этого необходимо произвести обработку грундбоксы и установить новое подсальниковое кольцо так, чтобы не было скосов, как показано на рис. 5 и 6.

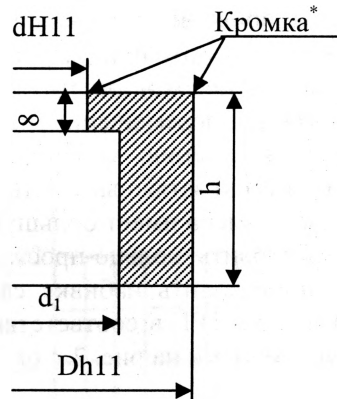


Рис. 5. Новое подсальниковое кольцо: d — диаметр штока; D — диаметр сальниковой камеры; $d_1 > d$ на $2 \pm 5 \text{ мм}$

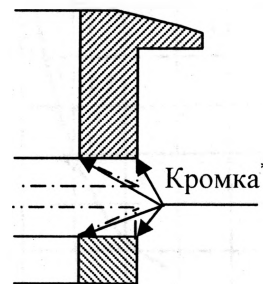


Рис. 6. Обработка торцевых поверхностей грундбоксы и старого подсальникового кольца
Примечание: * — кромка острая (притупить, фаска не допускается)

Зазор по штоку между грундбуксой, подсальниковым и промежуточным кольцами не должен превышать $0,02S$ на сторону.

При определении глубины сальниковой камеры для вновь проектируемой арматуры:

– высота колец из ТРГ в свободном (необжатом) состоянии принимается равной ширине уплотнения — S , мм.

– заглубление грундбуксы в сальниковую камеру после установки колец обеспечивается $3 \div 8$ мм;

– высота подсальникового кольца принимается $h_{нк}=4-5$ мм, для диаметра штока — $d=10-25$ мм и $h_{нк}=10-15$ мм, для диаметра штока — $d=30-120$ мм.

Глубина сальниковой камеры равна:

$$H_{ск} \geq n \cdot h_k + h_{нк} + (3 \div 8), \text{ мм,}$$

где: n — число колец из ТРГ, принимается в соответствии с рис. 2; h_k — высота кольца до обжатия, мм; $h_{нк}$ — высота подсальникового кольца, мм.

Все приведенные условия эксплуатации распространяются и на плетеные набивки из ТРГ, типа Н-1200 и Н-1300. В зависимости от исходного состояния поставки плетеных набивок (предварительно подпрессованные комплекты или исходный не подпрессованный жгут) рекомендуемые величины обжатия приведены в табл. 2.

Таблица 2

Величина обжатия набивки из ТРГ

Марка набивки	Величина обжатия набивки, Ноб, %			
	Давление рабочей среды, МПа			
	$P_p \leq 4$ МПа	$P_p \leq 6,5$ МПа	$P_p \leq 10$ МПа	$35 \text{ МПа} > P_p >$ 10 МПа
Не опрессованная набивка, исходная плотность в состоянии поставки.				
Н 1100 (НГФ-ХБ)	35	37	40	45
Н 1200 (НГФ-С)	35	37	40	45
Н 1300 (НГФ-М)	35	37	40	45
Набивки предварительно-подпрессованные в прессформе на 30+35%.				
Н 1100 (НГФ-ХБ)	8	10	15	18
Н 1200 (НГФ-С)	8	10	15	18
Н 1300 (НГФ-М)	8	10	15	18

Уплотнения из терморасширенного графита широко применяются для герметизации бесфланцевого соединения корпуса и крышки арматуры.

С этой целью для плавающих крышек арматуры, используемой на тепловых электрических станциях используют специально разработанные комплекты. Как правило, комплект состоит из 2-х замыкающих колец и 2 или 3 уплотняющих. Для

арматуры специально разработанной для применения уплотнений из ТРГ предусматривается установка всего 2-х колец.

Для арматуры, у которой в процессе ремонта произошло изменение геометрических размеров, возможно использование уплотнения, состоящего из плетеной набивки. В этом случае, обтюраторы для замыкающих колец изготавливаются и поставляются отдельно. Монтаж и предварительная опрессовка комплекта производится на месте.

После установки комплекта предварительно подтянуть плавающую крышку в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя арматуры. После опрессовки арматуры произвести повторную подтяжку гаек на шпильках плавающей. Эта операция должна проводиться обязательно, во избежание последующей разгерметизации соединения при эксплуатации. Ниже в табл. 3 приводятся допустимые при ремонте отклонения.

Наряду с уплотнением сальников арматуры, новые уплотнительные материалы нашли широкое применение в насосах. Обеспечение надежной герметизации насосного оборудования в первую очередь обеспечивается путем правильного подбора типа набивки используемой в насосе в зависимости от условий эксплуатации и типа среды и правильности установки.

Основные требования к установке набивки приводятся ниже:

При установке набивки предварительно нарезать ее на мерные отрезки. Угол реза должен быть 12-20 градусов. Допускается нарезка мерных кусков намоточным методом. Для этого набивку плотно намотать на оправку с диаметром, равным диаметру вала (защитной втулки) и разрезать на кольца. Разрез выполняется вдоль оси оправки.

В том случае, когда сечение набивки превышает величину зазора между валом и сальниковой камерой, то предварительно раскатать набивку, так, чтобы сечение набивки в плоскости установки в камеру, стало равно или меньше зазора на величину $\Delta h=0,2-0,4$ мм. Проводить раскатку трубой или специальной скалкой, прилагая сначала небольшое усилие, потом увеличивая это усилие до обеспечения заданного размера.

Проводить раскатку набивки, превышающей величину зазора более чем на 10%, запрещается. В этом случае необходима замена набивки на подходящий размер. Проводить изменение размера ударными методами, категорически запрещается.

Таблица 3

Допустимые отклонения размеров и параметров деталей узла уплотнения бесфланцевого соединения корпуса и крышки арматуры

№	Наименование детали	Отклонения размеров и параметров	Мероприятия по ремонту
1	Расточка корпуса	1. Эллипс на диаметре расточки: – не более 0,5 мм при диаметре расточки до 200 мм; – не более 0,8 мм при диаметре расточки до 400 мм. 2. Коррозия поверхности с увеличением диаметра до Н 13 3. Коррозия поверхности: – не более 0,5 мм при диаметре расточки до 200 мм; – не более 0,8 мм при диаметре расточки до 400 мм.	Увеличение высоты и угла заходной фаски для установки колец ТРГ без закусывания кромки. Обработка при необходимости шлифмашинкой противоположных поверхностей по меньшему диаметру до диаметра Н 11 Зачистка поверхности шлифмашинкой Зачистка поверхности шлифмашинкой. Восстановление размера крышки (в соответствии с п. 2.) и изготовление кольца опорного с новыми размерами для обеспечения боковых зазоров не более 0,02 S
2	Крышка	1. Коррозия поверхности контактирующей с сальником с уменьшением диаметра до h 13 2. Коррозия поверхности контактирующей с сальником: – не более 0,5 мм при диаметре крышки до 200 мм; – не более 0,8 мм при диаметре крышки до 400 мм	Зачистка поверхности Наплавка электросваркой с обработкой на токарном станке до восстановления зазора не более 0,02 S
3	Кольцо опорное	1. Коррозия, износ по внутреннему диаметру не более Н 13; 2. Коррозия, износ по наружному диаметру не более h 13	Замена детали с обеспечением зазора не более 0,02 S

В сальниковую камеру должно устанавливаться не более 4-6 уплотняющих колец, после предварительной опрессовки набивки в прессформе на 15-20%. Возможна установка большего числа колец, в том числе и больше 7, при обязательной установке в качестве дополнительных (свыше 5) низкоплотных колец типа КГН-С (установка набивки без предварительной опрессовки приводит к более быстрому ее износу и значительно увеличивает вероятность разгерметизации).

Подготовленные кольца устанавливаются в сальниковую камеру. При этом срезы смешаются относительно друг друга на 90 градусов.

После установки колец производится затяжка грундбоксы от руки. Во время подтяжки сальниковой втулки вал должен многократно приводиться в действие для того, чтобы контролировать установочные усилия на валу. Окончательная затяжка производится при пуске насоса. В момент пуска величина протечки может быть больше нормы для обеспечения притирания набивки.

В течении 30-40 минут после пуска насоса производится подтяжка грундбоксы до установки нормальной протечки (10-20 капель в минуту, если нет более строгих требований). Подтяжка

производится на 1/8-1/4 оборота гайки через каждые несколько минут с контролем температуры сальниковой камеры. Подтяжку производить до обеспечения требуемой протечки или ее полного устранения. Не допускайте перегрева набивки и парения вследствие перетяжки комплекта и увеличения силы трения на валу. В случае возникновения парения или быстрого роста температуры в сальниковой камере – ослабить усилие затяжки и увеличить величину протечки.

Широкое применение в промышленности нашли прокладки из ТРГ. Простота технологии изготовления прокладок (прессование без присадки и клея) позволили выполнить требования действующих стандартов:

– ГОСТов 28759.1-90÷28759.9-90 «Фланцы сосудов и аппаратов и прокладок к ним»;

– ГОСТ 12815-80 «Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов».

Прокладки из ТРГ предназначены для уплотнения фланцев аппаратов (сосудов), трубопроводов и арматуры диаметром от 10 до 3000 мм, работающих под давлением до 100 МПа и в диапазоне температур от -200°С до +600°С при контакте с воздухом (до 1500°С для инертной среды или ва-

кууме). Температура эксплуатации для окислительных сред определяется стойкостью стальных частей прокладок, исключаящих прямой контакт среды с материалом на основе ТРГ.

Основные типы прокладок и условия их применения представлены в табл. 4.

Выбор типа прокладки производится с учетом основных параметров и характеристик прокладки. Основные параметры и характеристики прокладки приведены в табл. 5.

К ним относятся:

— q_{min} — это минимальное контактное давление, которое вызывается силой сжатия приложенной к болтовому соединению, вызывающее напряжение на контактной поверхности прокладки, которое компенсирует шероховатость поверхности и закрывает впадины на поверхности фланца, обеспечивая герметизацию.

— q_{max} — это максимально-допустимое контактное давление, которое вызывается силой сжатия приложенной к болтовому соединению. Дальнейшее увеличение контактного давления может привести к расплющиванию и разрушению прокладки.

— q_0 — удельное давление на прокладку в рабочем состоянии при обжатии болтового соединения.

При выборе прокладки, удельное давление на прокладку в рабочем состоянии или при гидропрессовке должно всегда быть больше минимального контактного давления, но меньше максимально-допустимого. При определении силы, необходимой для обжатия прокладки, должно выполняться следующее условие:

$$q_{min} m \leq q_0 \leq q_{max},$$

где m — прокладочный коэффициент, определяется на основании испытаний для различных типов сред, приведен в табл. 5.

Выбор прокладки начинается с определения удельных контактных давлений, действующих во фланцевом соединении.

Первоначально определяются сила, обеспечивающая герметизацию, при рабочем давлении и при гидроиспытаниях, обычно выбор прокладки производится по давлению гидроиспытаний, которые (если не оговорено особо) принимаются $P_{ги}=1,5P_{раб}$

$$F_{0ги} \geq F_{np,зу} + (1 - \chi) F_{p,зу},$$

$$F_0 \geq F_{np,раб} + (1 - \chi) F_{p,раб} - F_m,$$

где $F_{np,зу} = \pi D_{np} \cdot b_0 \cdot m \cdot p_{зу}$ — сила, обеспечивающая герметичность ФС при гидроиспытании, Н; $F_{np,раб} = \pi D_{np} \cdot b_0 \cdot m \cdot p_{раб}$ — сила, обеспечивающая герметичность ФС при рабочем давлении, Н; $F_{p,зу} = 0,785 D_{np}^2 p_{зу}$ — сила, действующая

на ФС от давления гидроиспытания, Н; $F_{p,зу} = 0,785 D_{np}^2 p_{зу}$ — сила, действующая на ФС от рабочего давления, Н; F_m — сила, действующая на крепеж при температурных перепадах. Н; χ — коэффициент нагрузки (для крышек арматуры можно принять $\chi=0$); D_{np} — средний диаметр прокладки; b_0 — эффективная ширина прокладки; $p_{зу}$ — давление гидроиспытания, Па (кгс/мм²); $p_{раб}$ — рабочее давление среды, Па (кгс/мм²).

Далее определяется удельное давление на прокладку в рабочем состоянии и при гидроиспытаниях при обжатии болтового соединения.

$$q_{0ги} = F_{0ги} / \pi D_{np} \cdot b_0 \text{ (при гидроиспытании)}$$

$$q_0 = F_0 / \pi D_{np} \cdot b_0 \text{ (при рабочих параметрах)}$$

Далее проверяется, соответствие полученного значения q_0 условию $q_{min} m \leq q_0 \leq q_{max}$, если условие выполняется, то прокладка из данного материала может быть использована в данном фланцевом соединении.

Затяжка крепежа при сборке ФС оборудования должна обеспечить герметичность соединения на всех режимах его работы, включая гидроиспытания, при воздействии рабочего и испытательного давления, сил, вызываемых температурными перепадами, массой соответствующих частей оборудования и содержащейся в них рабочей среды, реакцией опор и другими факторами, зависящими от конструкции оборудования и условий его работы.

Крутящий момент, необходимый при затяжке крепежа ФС гаечным ключом

$$M_{кр} = \xi F_{0ги} \cdot d_0 / z, \text{ Н мм (кгс мм)},$$

где z — число шпилек (болтов) ФС, шт; d_0 — наружный диаметр резьбы шпильки, мм; F_0 — сила, которая должна действовать на прокладку в результате затяжки крепежа, Н; ξ — коэффициент, $\xi = 0,37$, если сборка ФС производится без смазки крепежа, и $\xi = 0,26$ при использовании смазки. При этом смазка должна наноситься не только на резьбу крепежных деталей, но и на поверхности контакта гаек с фланцем.

Сила, действующая на прокладку после затяжки крепежа:

$$F_{np} = F_0$$

Сила, действующая на прокладку при гидроиспытании:

$$F_{np} = F_0 - (1 - \chi) F_{p,зу}$$

Сила, действующая на прокладку в рабочих режимах:

$$F_{np} = F_0 - (1 - \chi) F_{p,раб} + F_m$$

Рекомендуемые значения q_{min} и q_{max} в зависимости от материала прокладок приведены в табл. 5.

Таблица 4

Основные типы и характеристики прокладок на основе ТРГ

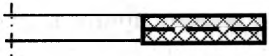
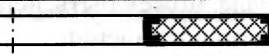
№ п.п	Тип прокладок	Конструкция прокладки	Применение в рабочих средах	Температура.
1	Прокладка ПАГФ фланцевая армированная без обтюратора		При армировании нержавеющей сталью состав рабочих определяется областью применения ТРГ	Для горячего воздуха не более 450°C, для остальных сред определяется областью применения ТРГ
2	Прокладка ПАГФ фланцевая армированная с обтюратором		Расширен диапазон рабочих сред за счет исключения их прямого контакта с ТРГ	Не ограничивается. Определяются стойкостью металла фланцев и обтюраторов
3	Прокладка ПОГФ фланцевая на стальном зубчатом основании		Для стального основания из нержавеющей стали состав рабочих определяется областью применения ТРГ. Стальное основание из углеродистой стали допускается только для нейтральных сред при температуре не более 300°C	Не ограничивается. Определяются стойкостью металла фланцев и стального основания
4	Прокладка ПГФ фланцевая неармированная с обтюратором	 (Применяется в замкнутом объеме, образуемом поверхностями фланцев или ограничителей сжатия)	Расширен диапазон рабочих сред за счет исключения их прямого контакта с ТРГ	Не ограничивается. Определяются стойкостью металла фланцев и обтюраторов.
5	Спирально навитые прокладки (СНП)	Применяются для всех типов фланцев	Особенно широко применяются для герметизации газовых сред	Диапазон применения от -196°C до +600°C

Таблица 5

Значения m , q_{\min} , q_{\max} для различных конструкций прокладок

№ п.п	Обозначение раздела каталога	Прокладочный коэффициент, m			Минимальное давление обжатия прокладки в рабочих условиях	Допускаемое удельное давление
		рабочая среда				
		жидкости	воздух, пар, пароводяная смесь	газы с высокой проникающей способностью (водород, гелий и др.)	q_{\min} , МПа	q_{\max} , МПа
1	Прокладка ПГФ фланцевая неармированная с обтюратором без ограничителя сжатия (ОС) по ТУ 5728-016-13267785-99	1,6	2,0	3,0	5,0	200
2	Прокладка ПГФ фланцевая неармированная с обтюратором с Ограничителем сжатия (ОС) по ТУ 5728-016-13267785-99	1,6	2,2	3,2	5,0	до 400
3	Прокладка ПАГФ фланцевая армированная без обтюратора по ТУ 5728-011-13267785-99	2,0	2,5	3,0	5,0	60 при $t=2$ мм*) 50 при $t=3$ мм*)
4	Прокладка ПАГФ фланцевая армированная с обтюратором по ТУ 5728-011-13267785-99	2,0	2,3	3,0	5,0	100
5	Прокладка ПОГФ фланцевая на стальном зубчатом основании по ТУ 5728-012-13267785-99	2,0	3,0	4,0	8,0	До 400
6	Прокладка ПЗГФ фланцевая завальцованная по ТУ 5728-014-13267785-99	3,5	6	8	160	350

* t — толщина прокладки, мм

Литература

1. Кижнер А.Х., Корзун И.И. Ремонт пароводяной арматуры энергетических блоков. - М.: Энергия, 1976, 88с.
2. Имбрицкий М.И. ремонт арматуры мощных энергетических блоков. – М.:Энергия, 1978, 232 с.
3. Борохов А.М., Гашнин А.С., Додонов Н.Т. Волокнистые и комбинированные сальниковые уплотнения. М.: Машиностроение, 1966, 312 с.

ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Козлов А.И., к.т.н. БОИМ, Герасимова А.Г., к.т.н. БНТУ

Одним из энергоносителей, практически на каждом промышленном предприятии является сжатый воздух, вырабатываемый в компрессорных цехах. На его производство затрачивается весомая доля электроэнергии в топливном балансе предприятия.

Средняя норма на его производство по данным Минпрома – порядка 110-120 кВтч/тыс.м³ сжатого воздуха давлением 7 бар.

Например, на Минском подшипниковом заводе вырабатывается около 100 млн.м³/год. Нетрудно подсчитать, что расход электроэнергии за год на производство сжатого воздуха составит порядка 5-8 млн.кВт·ч/год. Это при современных тарифах на электроэнергию сумма внушительная.

Одним из реальных путей экономии ТЭР при производстве сжатого воздуха является детальный энергоаудит его потребления, особенно требуемых параметров (давление и количество), необходимости пневматических устройств, привода и т.д. При этом необходимо исходить из того, какого класса сжатый воздух по ГОСТу 17433-80 или DIN ISO 8573-1 необходим в том или ином случае (табл.1.) в том или ином случае, т.к. цена сжатого воздуха будет прямо зависеть от области его применения.

Т.е. чем выше класс, тем больше затраты энергии на его очистку и осушку.

Кроме этого нужно учитывать количество СВ с учетом его временной потребности $V(\tau)$, м³/ч.

Таким образом каждый потребитель должен обеспечиваться СВ в зависимости

$$P = f(V(\tau), p, T, K)$$

где V — объем потребляемого СВ, $V = f(n)$, м³/ч; здесь n — число оборотов на валу компрессора; p — необходимое давление в МПа у потребителя, $p = f(n^2)$; T — температура СВ; K — класс СВ.

Таблица 1

Классы качества сжатого воздуха по DIN ISO 8573-1

Класс	Твердые	Вещества	Содержание воды	Содержание масла
	Максимальный размер частиц, мкм	Максимальная плотность частиц, мг/м ³	Максимальная точка росы, °С	Максимальная концентрация масла, мг/м ³
1	0,1	0,1	-70	0,01
2	1	1	-40	0,1
3	5	5	-20	1
4	15	8	+3	5
5	40	10	+7	25
6	-	-	+10	-
7	-	-	не определена	-

В конечном итоге необходимая мощность, потребляемая в компрессорной (N), $N = f(n^2)$. Она должна обеспечивать дифференцированную выработку СВ потребителям, т.е. компрессоры, воздуходувки, вентиляторы должны в первую очередь быть оснащены частотными преобразователями.

Расчеты показали, что только на стадии производства СВ можно сэкономить до 30% потребляемой э/э. Например, замена одного компрессора серии KB-200 с двигателем $N=50$ кВт, производительностью 4500 м³/ч на современный серии СБЧ/Ф — 500.АВ981Т (тандем) с суммарной мощностью 15кВт при той же производительности сэкономят только на установочной мощности

$$\Delta = 50 - 15 = 35 \text{ кВт} \text{ или } 175 \text{ тыс. кВтч в год.}$$

При этом потери на транспорт составят 15% из-за снижения энергетической ценности сжатого воздуха из-за потерь давления, за счет утечек воздуха через неплотности, отверстия, свищи и пр.

Например, при выходном давлении сжатого воздуха $P = 6$ бар в зависимости от диаметра отверстия потери э/э составят см. табл.2.

Таблица 2

Потери электроэнергии за счет утечек через одно отверстие

Диаметр отверстия, мм	4	6	8	10
Потери э/э через одно отверстие				
- час, кВт·ч	10	13,2	16,5	24,75
- год, тыс. кВт·ч	50	66	82,5	123,8

Отсюда вытекает непреложный вывод — децентрализация — установка современных компрессоров нужной производительности с КПД «нетто» — 95–96% и удельным расходом 90–92 кВтч/1000 м³. В РБ — фирма «Ремеза».

Такие установки и были поставлены на МПЗ фирмой «Атлас Копко».

В этом случае потребитель получает сжатый воздух требуемых параметров и КПД «брутто» резко повышается до 75–80%.

В заключение можно привести ряд дополнительных мероприятий по экономии э/э при производстве сжатого воздуха:

- сокращение утечек сжатого воздуха;
- замена сжатого воздуха другими энергоносителями, например, замена пневматики электродвигателями с частотными преобразователями; замена пневмоинструмента электроинструментами;
- замена сжатого воздуха вентиляторным дутьем;
- изменение режима работы, например, скользящий график обеденных перерывов.

Эти мероприятия просты и не требуют больших капитальных вложений, но они позволяют существенно снизить расход э/э на производство сжатого воздуха.

ВАРИАНТ БЕССТУПЕНЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

Труханович Г.В., инженер

Необходимо сразу отметить, что речь в дальнейшем пойдет о передаче крутящего момента в классическом понимании данного физического явления.

Гидротрансформаторы и гидрообъемные передачи в данном контексте не рассматриваются.

Все известные способы передачи крутящего момента (а в обычном понимании — вращения) предполагают наличие передающего элемента (колеса, шкива, звездочки и т.п.), и соответственно — аналогичного принимающего элемента, которые по своей материальной сущности имеют реальные размеры и вследствие этого — ограниченный определенными рамками диапазон передаваемого силового потока, т.е. частоты вращения и крутящего момента. Принципиальная схема данных передач показана на рис. 1.

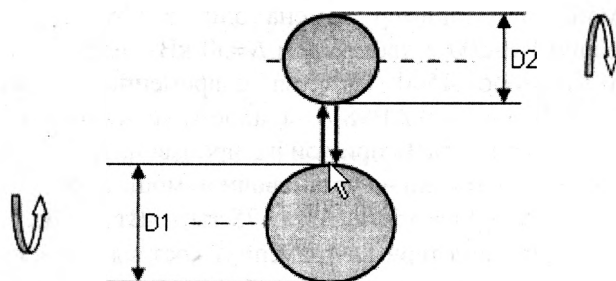


Рис. 1

Для снятия указанных ограничений предлагается использовать не диаметральной, а торцевую поверхность вала. В некоторой степени этот принцип используется в конструкции лобового трансформатора (рис. 2).

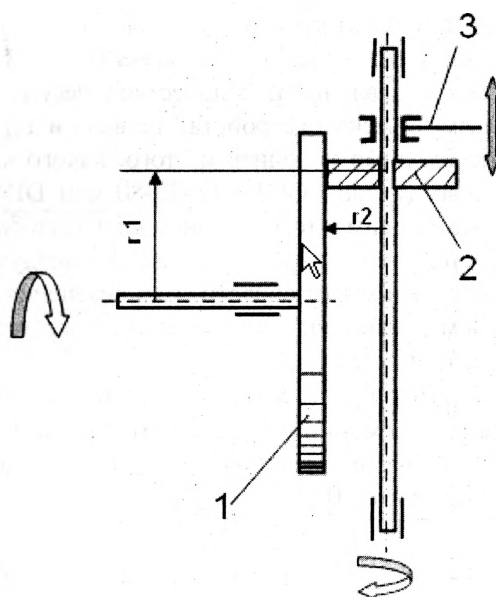


Рис. 2

Перемещая по шпонке ведомый фрикционный элемент 2, прижатый к торцу ведущего фрикци-

онного колеса 1, можно изменять расстояние r_1 , а значит и передаточное число ($r_2 : r_1$). Существенный недостаток механизма — быстрый износ рабочих поверхностей в местах контакта, где действуют большие прижимные силы а также необходимость прилагать большие усилия для изменения передаточного числа. Кроме того, фиксированный размер ведомого элемента ограничивает диапазон передаточного числа.

Предлагаемая ниже конструкция, на мой взгляд, позволяет в некоторой степени устранить указанные недостатки.

Принципиальная схема дискошарикового вариатора с колеблющимся диском представлена на рис. 3.

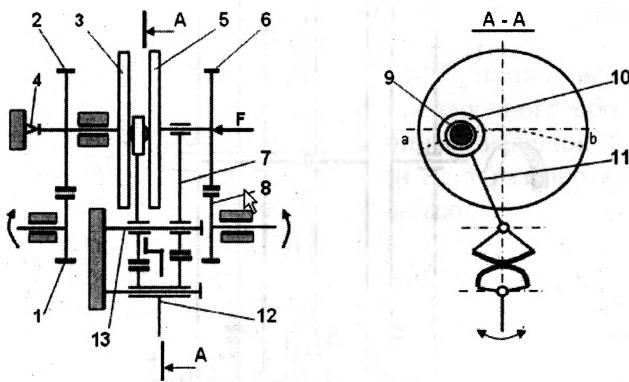


Рис. 3

Крутящий момент зубчатым колесом 1 передается вращающемуся в неподвижной опоре блоку, состоящему из зубчатого колеса 2 и плоского диска 3. Осевое перемещение блока ограничено опорой 4. Колеблющийся блок, также состоящий из плоского диска 5 и зубчатого колеса 6, имеет возможность вращаться в направляющей маятника 7 и прижимается в направлении первого блока силой F . Зубчатое колесо 6 передает крутящий момент через зубчатое колесо 8 потребителю. Крутящий момент от одного диска к другому передает зажатый между ними шарик 9, свободно вращающийся в обойме 10, являющейся окончанием маятника 11. Маятники 7 и 11 с противоположной стороны оканчиваются зубчатыми секторами коромысла 12, которым и производится управление вариатором.

Работоспособность конструкции обеспечивается следующими условиями:

1. Ось 13 маятников и ось зубчатого колеса 8 должны находиться на одной прямой, так как при повороте маятника колеблющегося блока колесо 6 обкатывается по колесу 8;

2. Траектория колебаний центра обоймы 10 шарика и оси диска 5 а -b должна проходить через центр диска 3;

3. Зубчатые зацепления секторов маятников и коромысла должны быть рассчитаны таким образом, чтобы при повороте коромысла угловая скорость маятника 11 шарика была в два раза меньше угловой скорости маятника 7 колеблющегося блока.

4. Прижимная сила F и коэффициент трения шарика с поверхностями дисков должны обеспечивать передачу необходимого для потребителя крутящего момента без проскальзывания шарика. Это условие определяет выбор их конструктивных материалов для обеспечения заданного ресурса механизма.

Очевидно, что данный вариант передачи не относится чисто к фрикционным, так как ведущий и ведомый диски не находятся в непосредственном контакте, а силовой поток передается с помощью рабочего тела в виде шарика по аналогии с гидро-, ременной и зубчатыми передачами.

Ведомый и ведущий диски представляют собой увеличенные торцы ведомого и ведущего валов, при этом ведомый вал имеет возможность совершать управляемые колебания (перемещения) относительно ведущего вала, тем самым происходит изменение его угловой скорости.

Принцип изменения передаточного числа показан на рис. 4.

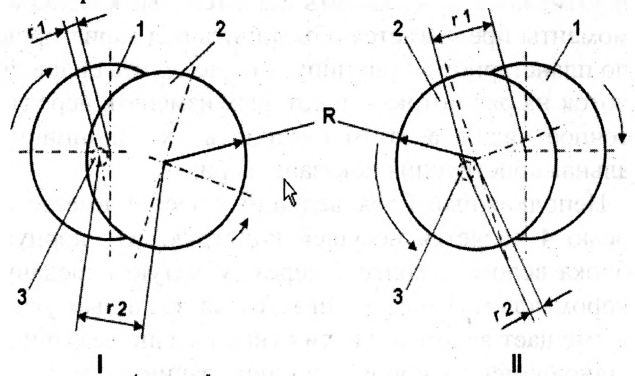
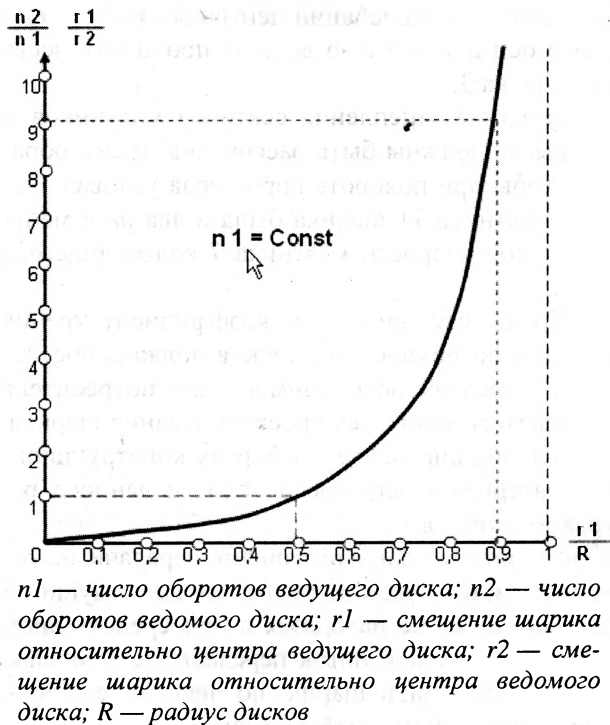


Рис.4: 1 – ведущий диск; 2 – ведомый диск; 3 – шарик

В положении I показано начало движения ведомого диска с нулевой отметки, в положении II — приближение ведомого диска к предельному положению. Очевидно, что:

$$r_1 + r_2 = R = \text{Const}$$

Исходя из этого, график изменения угловой скорости ведомого диска при постоянной угловой скорости ведущего диска в процессе перемещения ведомого диска представлен на рис. 5.



n_1 — число оборотов ведущего диска; n_2 — число оборотов ведомого диска; r_1 — смещение шарика относительно центра ведущего диска; r_2 — смещение шарика относительно центра ведомого диска; R — радиус дисков

Рис. 5

Таким образом, предлагаемая конструкция позволяет получить неограниченный диапазон передаточного числа и не требует больших усилий для его изменения, так как при перемещении ведомого диска шарик перекачивается по плоскостям дисков и совершает сложновращательное движение.

Для уменьшения нагрузок на рабочие элементы и возможности передавать значительные крутящие моменты предлагается объединить ряд вариаторов по планетарному принципу, т.е. разделить силовой поток на ряд потоков, в которых изменять передаточное число, а затем соединить их. Принципиальная конструкция показана на рис. 6.

Неподвижный блок ведущих колес 1 вместе с осью 4 является несущей конструкцией, корпус блока ведомых колес 2 через зубчатую передачу коромыслом 5 поворачивается на заданный угол и смещает ведомые диски относительно ведущих. Одновременно коромысло поворачивает и диск обойм 3, при этом все вариаторы синхронно изменяют передаточное число. Блок ведомых колес по наружному диаметру перемещается в направляющих несущей конструкции и имеет уплотнения 6 для предотвращения попадания в рабочую полость влаги и пыли. Для уменьшения потерь на внутреннее трение оси рабочих дисков опираются на упорные подшипники 7, а в полостях блоков находится смазывающая жидкость.

Силу давления F можно создать с помощью винтовых направляющих, пружин или другими спо-

собами. Число вариаторов определяется максимальным передаваемым моментом, — габаритами конструкции, ресурсом, исходя из выбранных материалов, и требованиями к плавности регулировки. Размер шариков в принципе не играет роли.

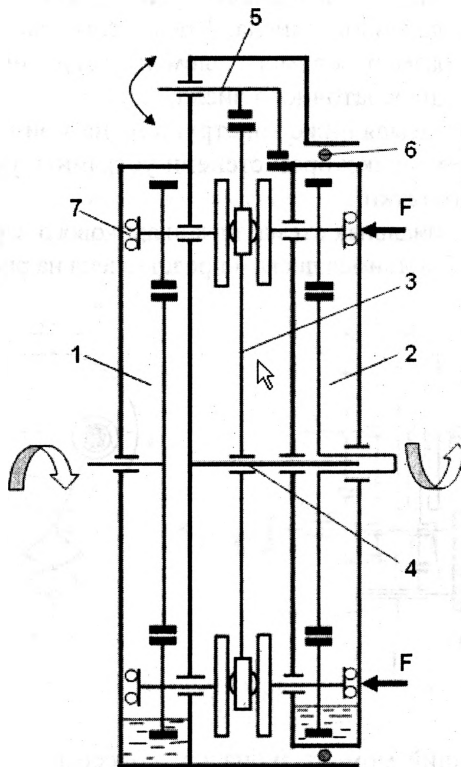


Рис. 6

Поворот коромысла можно осуществлять вручную или с помощью исполнительных механизмов в виде шагового электродвигателя, гидропривода и т.д.

Так как возможности данной конструкции позволяют начинать движение ведомого вала с нуля при постоянных оборотах ведущего вала, то, очевидно, возможно ее применение в качестве трансмиссии транспортного средства с двигателем внутреннего сгорания, который всегда имеет нижний предел числа оборотов. В связи с тем, что диапазон передаточного числа конструкции не ограничен, есть возможность установить оптимальные обороты двигателя и с помощью автоматики создавать его необходимый крутящий момент без увеличения оборотов, что приведет к значительной экономии топлива. Оптимальным вариантом может быть установка вариаторов внутри обода колес, осуществление управления исполнительными механизмами с помощью бортового компьютера одной рукояткой типа «джойстик», при этом изменением угловой скорости одного из колес одной оси можно совершать и маневрирование.

Таким образом, функции коробки передач, муф-

ты сцепления, дифференциалов (ШРУСов), и рулевого управления могут выполнить раздаточный узел с тремя режимами («вперед», «холостой ход», «назад»), карданные валы, и непосредственно колеса со встроенными вариаторами, объединенные автоматизированной системой управления.

Очевидно, что предлагаемое техническое решение требует практических исследований и проверки, но ведь железнодорожный локомотив движется по рельсам практически также на шариках и тянет десятки тысяч тонн.

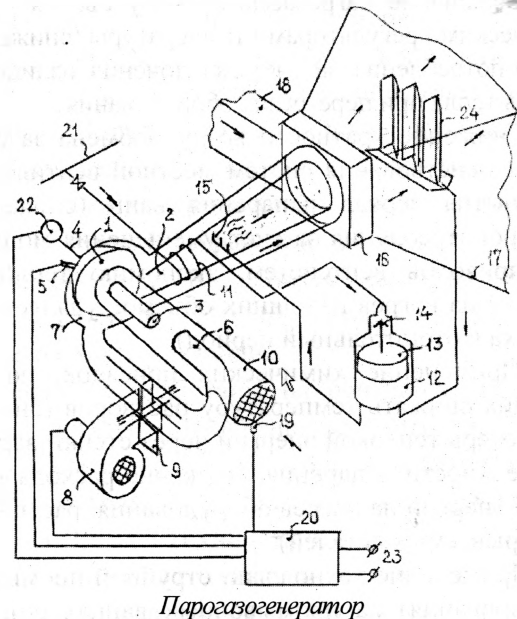
ПАРОГАЗОГЕНЕРАТОР С ПУЛЬСИРУЮЩИМ ГОРЕНИЕМ

Северянин В.С., Дьяконов Ю.П., Павленко С.Н.
 Научно-исследовательская лаборатория ПУЛЬСАР
 Брестского государственного технического университета

В № 1 нашего журнала за 2007 год нами описана схема совершенствования пропарочного оборудования заводов железобетонных изделий. В настоящее время в лаборатории идет разработка нового типа источника горячей газопаровой среды для этих целей. Этим источником является парогазогенератор с пульсирующим горением топлива (см. рис.). Конструкция и действие его заключается в следующем. В камеру воспламенения 1 форсункой (горелкой) 4 подается топливо (соляр, печное, газ), расход его 5...50 кг/ч, оно воспламеняется пусковой электросвечой 5. Воздух засасывается через аэродинамический клапан 3, продукты сгорания в пульсирующем режиме движутся в резонансной трубе 2 со средней скоростью 50...70 м/с и температурой 700...1200°C. Этот поток засасывает воду из распылителя 15 по принципу пульверизатора. Распыленная вода (100...500 л/час) испаряется, смесь чистых продуктов сгорания и водяного пара поступает в короб 16 и далее в пропарочную камеру 17. Уровень воды в распылителе 15 поддерживается регулятором, состоящим из сосуда 12, поплавка 13, клапана 14 (можно использовать обычное устройство смывного сантехнического бачка). Вода предварительно подогревается в теплообменнике 11, связанном с водопроводом 21. Пульсации из аэродинамического клапана 3 нагнетают воздух в напорную трубу 6 и далее — в охлаждающий кожух 7. Подогретый воздух из нее смешивается с парогазом из резонансной трубы 2.

Для запуска используется пусковой вентилятор 8, соединенный с напорной трубой через автоматический шибер 9. Шум снижается при помощи глушителя 10. На нем установлен датчик пульсаций 19 (обычный микрофон), фиксирующий ра-

боту всей установки. Основные элементы связаны с пультом управления 20, подсоединенным к электросети 23. Топливный бак 22 (или газопровод) обслуживаются отдельно. На выходе газопаровой струи установлен каплеуловитель 24, собранные им неиспарившиеся капли возвращаются в сосуд 12 и далее — снова в распылитель 15.



Для утилизации теплоты предусмотрен газоход рециркуляции 18. Предполагаемый парогазогенератор создает подаваемую в объект воздействия горячую газовую среду с температурой 80...100°C.

Достоинства парогазогенератора — высокий КПД процесса горения, тепломассопередачи, малые габариты, автоматичность действия.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ, КОТОРЫЕ МОЖНО РЕКОМЕНДОВАТЬ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ НА ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

(из опыта энергетических обследований)

*Портасёнок О.П., зам. начальника Минского городского управления
по надзору за рациональным исполнением ТЭР*

1. Теплоизоляция стенок нагреваемого оборудования (снижение потребления энергоресурсов на восполнение потерь тепла через стенки оборудования).
2. Внедрение рециркуляции воздуха на сушильных камерах с частичным (до 10%) сбросом в атмосферу (значительное снижение потребления энергоресурсов за счет уменьшения объемов нагреваемого воздуха).
3. Перевод с парового нагрева на электрический (снижение потребления энергоресурсов за счет качественного регулирования, потерь с поверхности паропроводов, утечек пара в арматуре, исключения пролета пара и др.).
4. Оснащение нагреваемого оборудования автоматическими регуляторами температуры (снижение энергопотребления за счет исключения излишних потерь тепла при перегревах оборудования).
5. Снижение кратности воздухообмена за счет усовершенствования систем местной вентиляции и укрытия зеркал испарения ванн (снижение электропотребления за счет уменьшения мощности приводов вентсистем, экономию тепловой энергии на нагрев излишних объемов удаляемого воздуха в отопительный период).
6. Применение химических присадок, позволяющих снижать температуру растворов (снижение потерь тепловой энергии через стенки ванн и с поверхности испарения, снижение расхода тепловой энергии на нагрев оборудования, растворов и покрываемых деталей).
7. Применение технологии струйной промывки (душирования) на промывочных ваннах (значительное снижение потребления воды и снижение потребления тепловой энергии на подогрев воды в ваннах горячей промывки).
8. Регулирование водопотребления промывочных ванн в соответствии с технологическими расчетами кратности водообмена (снижение потребления воды и потребления тепловой энергии на подогрев воды в ваннах горячей промывки).
9. При паровом нагреве установка конденсатоотводчиков на каждой единице оборудования (исключает потери тепловой энергии с «пролетным» паром).
10. Повышение коэффициента сменности работы оборудования. Значительно (при трехсменной работе до 30% от общего потребления) снижает расход тепловой энергии на разогрев оборудования.
11. При низкой загрузке оборудования кооперирование работ по гальванопокрытиям с другими предприятиями (уменьшение общего для нескольких гальваник времени работы оборудования с соответствующим снижением всех возможных потерь).
12. Перевод с генераторных источников постоянного тока на выпрямители (устранение потерь в двигателях и генераторах).
13. Охлаждение выпрямителей сетевой водой с последующим использованием ее в ваннах холодной промывки (экономия электроэнергии на градирнях систем оборотного водоснабжения).
14. Установка на вентсистемах частотнорегулируемых приводов, управляемых датчиками концентрации вредных веществ в воздушной среде (исключает излишнее потребление электрической и тепловой энергии на вентиляцию помещений гальванических участков).
15. Разукрупнение вентсистем с целью снижения единичной мощности приводов (возможность отключать вентсистемы неработающего оборудования).
16. Оборудование шиберами местных вентотсосов (возможность регулировать нагрузку приводов вентсистем в зависимости от состава и загрузки работающего оборудования).
17. Применение специальных электролитов, позволяющих совместить процессы травления и обезжиривания в одной ванне без нагрева.
18. Добавки к электролитам, позволяющие увеличивать плотность тока при сохранении качеств

ва покрытий (позволяют снизить расход тепловой энергии за счет сокращения времени обработки).

19. Применение импульсных токов большой амплитуды, позволяющих сократить время обра-

ботки при сохранении качества покрытий.

20. Применение катализаторов для ускорения техпроцессов.

О ПРОБЛЕМАХ ТЕХПЕРЕВОРОЖЕНИЯ РУП «ГОМСЕЛЬМАШ»

Самарин В.Н.

Согласно плана технических мероприятий по энергосбережению на РУП «Гомсельмаш» в кузнечном цехе приняты за основу следующие мероприятия:

1. Замена устаревших моделей печей;
2. Модернизация существующих печей.

В части замены — закуплена на Украине современная печь газовая, с пламенным сжиганием газа, конвективно-радиационным теплообменом, производительностью до 1400 кг заготовок в час.

В качестве огнеупорного материала в печи применен волокнистый огнеупорный материал. Печь по конструкции разбита на три зоны. В первой зоне заготовки нагреваются до температуры отходящего газа — 300–400 °С.

Во второй зоне температура нагрева достигает 600–800 °С и в 3 зоне, температура заготовок достигает заданного значения 1200–1250 °С. Температура во 2 и 3 зонах регулируется локальным контроллером. Температура задаётся оператором технологом, согласно технологических карт.

В печи применена система рекуперации тепла отходящего в дымовом газе типа «газ–воздух», которая обеспечивает нагрев воздуха до 300 °С с последующей подачей его на горелки.

В печи применены автоматические подъёмники металлических завес на входе в печь и на выходе из печи.

Применен пневмотолкатель для проталкивания заготовок в печь.

Температура в печи и параметры газа и воздуха высвечиваются на панели шкафа управления.

Соотношение газ-воздух поддерживается локальными контроллерами по каждой из пяти горелок.

Поскольку скорость изменения температуры в печи ограничена свойствами печи, то к началу смены необходимо выводить оператора, с тем

чтобы к началу рабочей смены обеспечить необходимый температурный режим в печи соответственно, после окончания смены, печь необходимо длительно охлаждать.

КПД термопечи согласно паспортных данных ~ 56%.

Контроллеры имеют выход по шине RS485 для съёма информации и передачи её на АРМ верхнего уровня.

Печь оборудована современными средствами автоматики безопасности.

2. В части модернизации термопечей на заводе на базе двух печей № «6362» (с количеством горелок от 2 до 9) и «3711» (с количеством горелок от 10 до 18) разработаны два проекта, прошедших государственную экспертизу: «Автоматизированная система контроля безопасности управления работой газовой нагревательной печью с количеством горелок от 10 до 16 (от 1 до 9) на базе печей №1167 и №3711(6362) кузнечного цеха РУП «Гомсельмаш» г. Гомель.

Проекты разработаны на основании технического задания «Управление главного энергетика РУП «Гомсельмаш» двумя организациями: РПУП «Гипроживмаш» в части газотехнической обвязки печей и ОДО «Технический центр «Системы и технологии» в части раздела автоматизации.

Проекты реализованы на базе автоматизированных программируемых контроллеров производства УП «Энтас» (г. Минск) и «Теплоком» (г. С.-Петербург).

Контроллеры реализуют следующие функции: подача газа; проверка герметичности запорной арматуры; учёт расхода газа; автоматика безопасности; регулирование давления-разряжения в печи; розжиг и контроль горения; контроль температуры изделия помещенного в печь; визуализа-

ция параметров системы; контроль температуры отходящих газов; контроль содержания CO; контроль давления-разряжения дымовых газов после печи; контроль положения исполнительных механизмов / регуляторов в части: шиберы дымососа; задвижки подачи газа в печь.

Контроллер позволяет перед началом смены оперативно вносить режимную технологическую карту исходя из технологии термообработки заготовок.

Контроллер также позволяет устанавливать время запуска и время останова печи, что может позволить вывести печь в рабочий режим без участия оператора, а также произвести её отключение.

Скорость подъёма температуры и скорость снижения температуры также могут задаваться программно.

Исходя из задачи регулирования температуры, термопечь рассмотрена как однозонное пространство, что определяется существующей конструкцией печи.

Регулированием подачи газа обеспечивается необходимая температура в печи.

Соотношение газ-воздух достигается путем регулирования давления-разряжения в печи посредством открытия/закрытия шиберы выходного канала печи (канал «печь-дымосос»).

Эффективность процесса горения контролируется определением концентрации «CO» в выходном газе.

На многорелочных термопечах определение «CO» производится реально во времени.

На термопечах с малым количеством горелок, содержание «CO» определяется в процессе производства работ и задается нормировано по режимной карте печи с определением переменных параметров по заданной температуре в печи, давлению газа на горелке и давлению разряжения в печи. Эти переменные параметры для технологических значений температур запоминается в базе данных контроллера и в последующем при ведении технологического процесса строго выдерживаются контроллером. Газоанализатор, с целью удешевления стоимости системы в рабочем процессе не используется.

Данные техпроцесса архивируются в памяти контроллера и могут быть выведены в автоматизированное рабочее место оператора-технолога (АРМ-ОТ).

По организационным мероприятиям по выполнению программы по модернизации печей, с целью сокращения затрат со стороны завода принято следующее:

1. Внедрение первых образцов систем управления осуществляется силами организаций разработчиков под контролем инженеров КИПиА завода.

2. Внедрение начиная с каждой последующей системы по первым двум этапам будет осуществляться силами РУП «Гомсельмаш»:

- поставка оборудования;
- строительно-монтажные работы;
- наладка, внедрение системы осуществляется силами организаций разработчиков.

В плане завода по развитию работ по модернизации термопечей принято следующее:

1. Спроектировать и изготовить общецеховой узел рекуперации тепловой энергии отходящих газов тип «газ-воздух».

2. Спроектировать и изготовить печь нового типа с несколькими зонами с улучшенной теплоизоляцией с предварительным нагревом заготовок помещаемых в печь.

3. Системы управления поставлять с учётом опыта наработок по печам типа № «6362» и № «3711».

Внедрение мероприятий по модернизации термопечей позволит достичь:

1. Повысить КПД печи за счёт поддержания оптимального процесса горения с обеспечением технологических режимов. Экономия от 5 до 10% расходуемого газа.

2. За счет внедрения рекуператора сэкономить до 30% от выбрасываемой тепловой энергии через дымоход, с переводом его на нагрев воздуха. Уменьшение технологического брака за счёт несоблюдения температурного режима нагрева заготовок до 5% от количества заготовок.

ПРАВОВАЯ ОХРАНА ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

Профессиональная деятельность специалистов с квалификацией «инженер-механик» направлена на усовершенствование или создание новых объектов техники, которые являются результатами их творческой деятельности, положительно влияющими на конкурентоспособность выпускаемых изделий в нашей стране.

Одной из важных составляющих конкурентоспособности продукции считается патентно-правовой уровень ее качества, которому в последнее время уделяется большое внимание.

Поэтому на страницах нашего журнала мы открываем рубрику «Правовая охрана объектов интеллектуальной собственности», освещение которой начинает член общества инженеров-механиков Беларуси, кандидат технических наук, зарегистрированный патентный поверенный и оценщик объектов интеллектуальной собственности Павлович Александр Эдуардович.



Корр: Что понимается под термином «интеллектуальная собственность»?

А.Э. Под интеллектуальной собственностью общепринято подразумевать совокупность исключительных прав как личного, так и имущественного характера на результаты интеллектуальной деятельности, а также на некоторые иные приравненные к ним объекты, конкретный перечень которых устанавливается законодательством соответствующей страны с учетом принятых международных обязательств.

Например, для результатов творческого труда конструктора необходимо закрепление как личного неимущественного и имущественного права авторства, так и закрепление имущественного права патентообладателя на новую конструкцию или дизайн продукции. Причем имущественное право патентообладателя может принадлежать как конструктору, так и его нанимателю или третьему заинтересованному лицу, согласно юридическим уступкам этого права. Это происходит с помощью нормативно-правовых актов, регулирующих правоотношения по служебным объектам промышленной собственности или правоотношения по лицензионным договорам.

Корр: Был упомянут еще один термин «Промышленная собственность», что он означает?

А.Э. Такой термин является юридическим понятием, закрепленным в 1883 году Парижской конвенцией, участницей которой является Республика Беларусь. Наша страна также с 1992 года во Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС), которая подразделяет право интеллектуальной собственности на три составляющие:

- авторское право на произведения науки, литературы, искусства и приравняемые к ним программы ЭВМ, базы данных;
- смежное право на исполнения, постановки, фонограммы, передачи организаций эфирного и кабельного вещания;
- право промышленной собственности на изобретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения, топологии интегральных микросхем, нераскрытую информацию и средства индивидуализации участников гражданского оборота, а также их товаров, работ и услуг.

Инженер-механик в процессе своей профессиональной деятельности может создавать объекты авторского права, например, написать научную статью в журнал или разработать компьютерную программу. Необходимость же в смежном праве может появиться в случае его участия как спе-

циалиста, например, в озвучивании радиопередачи на научно-популярную тему.

При этом, если для возникновения и осуществления авторских и смежных прав не требуется соблюдения каких-либо формальностей, то для права промышленной собственности требуется его правовое оформление и, в большинстве случаев, проведение государственной экспертизы.

Корр: Учитывая многообразие перечисленных объектов интеллектуальной собственности и относительную сложность в понимании их правовой охраны, естественно, не возможно сразу осветить все насущные проблемы, возникающие в процессе профессиональной деятельности наших читателей. Это будет осуществляться постепенно, с помощью публикаций отдельных статей, ответов на вопросы читателей и с помощью приложений с конкретными примерами правового оформления, использования и защиты объектов интеллектуальной собственности.

Каковы же темы, которые Вы могли бы осветить в данной сфере на страницах нашего журнала?

А.Э. Хотелось бы, в первую очередь, показать схему правоотношений, возникающих в процессе упомянутых Вами действий с объектами интеллектуальной собственности. А затем, на конкретных примерах, раскрыть их сущность. И, конечно, участвовать в формировании ответов на вопросы читателей.

Начну с описания правоотношений при оформлении, реализации и защите прав на объекты патентного права, так как в начале этого интервью было верно отмечено, что важной составляющей конкурентоспособности продукции считается патентно-правовой уровень ее качества, которому в последнее время уделяется большое внимание.

ПРАВООТНОШЕНИЯ ПРИ ОФОРМЛЕНИИ, РЕАЛИЗАЦИИ И ЗАЩИТЕ ПРАВ НА ОБЪЕКТЫ ПАТЕНТНОГО ПРАВА

А.Э. Павлович

Патентное право в объективном смысле — это совокупность норм, регулирующих правоотношения, возникающие в связи с авторством и владением изобретений, полезных моделей и промышленных образцов. Его реализация происходит путем установления режима государственной регистрации и выдачи патента на использование таких объектов интеллектуальной собственности, а также за счет материального или морального стимулирования и при помощи защиты прав авторов и патентообладателей.

Изобретение — никогда в мире не созданный ранее творческий результат, суть которого состоит в нахождении конкретных средств решения задачи, возникшей в сфере практической деятельности, например, инженера-механика. Законодательство не дает формально-логического определения понятия изобретения, а лишь называет условия его патентоспособности. Изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и

промышленно применимо [см. Закон республики Беларусь «О патентах на изобретения, полезные модели и промышленные образцы № 160-З от 16.12.2002].

Разновидности изобретений: продукт и способ.

К продукту законодатель относит предмет как результат человеческого труда. В основном по своей структуре предмет может представлять собой устройство, вещество, штамм микроорганизма, культуры клеток растений и животных.

Полезная модель, в отличие от изобретения, это только устройство, т.е. конструктивное выполнение средств производства и предметов потребления, а также их составных частей. Критерии патентоспособности полезной модели: новизна и промышленная применимость.

Промышленный образец — это художественное или художественно-конструкторское решение внешнего вида изделия. Критерии патентоспособности полезной модели: новизна, промышленная применимость и оригинальность.

Расшифровка критериев патентоспособности будет в следующей статье, при рассмотрении примеров процедур патентования.

Основным субъектом правоотношений и экономических отношений с интеллектуальной собственностью всегда является автор. Автор (или его правопреемник) сам может использовать результат своего творческого труда, или за вознаграждение уступить это право нанимателю, заинтересованным третьим лицам (см. схему).

Все они становятся заявителями на регистрацию объекта патентного права.

Через государственного эксперта они могут стать законными правообладателями — владельцами патента, предметом которого вправе

распоряжаться по своему усмотрению, например, через полную или частичную (лицензионную) уступку. Патентообладатели, а также обладатели исключительных лицензий могут запрещать использование своего объекта интеллектуальной собственности и наказывать нарушителей с истребованием возмещения убытков или упущенной выгоды.

Расходы которые понесет правообладатель при создании объектов патентного права относятся к его первоначальным затратам, например на НИР и ОКР, патентование, изготовление опытного образца, его испытания и т.д.

ПАТЕНТУЕМ САМИ

Павлович А.Э.

Профессиональная деятельность специалистов с квалификацией «инженер-механик» направлена на усовершенствование или создание новых объектов техники. При этом часто возникает необходимость их патентования в качестве изобретений, полезных моделей или промышленных образцов.

Как правило, оформляют заявочные материалы на патентование нововведений специальные отделы, например БРИЗы, или же структуры, где работают специалисты в данной сфере деятельности, или же зарегистрированные патентные поверенные.

Гораздо реже авторы нововведений занимаются этим самостоятельно, ввиду своей занятости или же недостаточного опыта в применении технических норм патентного права. А жаль, ведь оставляя «на потом» патентование своих передовых идей или перекладывая эту проблему на «чужие плечи», они лишают себя преимуществ экономического и морального порядка, которые впоследствии могли бы пригодиться в жизни.

Материалы настоящей статьи направлены на своеобразное оказание информационной помощи творческим личностям в самостоятельном патентовании результатов их интеллектуальной деятельности.

Так как инженер-механик в основном имеет дело с объектами техники, которые подпадают под юридическую категорию «устройство», то понятнее будет нижеследующий пример патентования простого устройства спортивного снаряда.

Прототип и его недостатки

В свое время приобрел эргометр для тренировки кистей рук, конструкция которого получила популярность в спортивном мире под названием «Тренажер «Бизон» или «Тренажер Сотского». Идеи, заложенные в таком эргометре, запатентованы в Республике Беларусь и за рубежом автором Сотским Николаем Борисовичем. Они получили высокую оценку на международных выставках. Например, Николай Борисович награжден «золотой» медалью на Всемирном салоне инноваций, научных исследований и новых технологий «Брюссель-Эврика». Применение тренажеров Сотского в тренировочном процессе в течение 3 месяцев позволяет увеличить силы мышц кистей рук, предплечья и пальцев на 30-40%.

Сущность одной из этих конструкций приведена на рис. 1 и 2, взятых с согласия автора этих тренажеров из материалов сайта <http://www.sportedu.by>.

Такое устройство содержит сферы 2 во втулках 1. Сферы 2 соединены через стержни 3 с рукоятками 4. Втулки 1 свинчены с корпусом 5 и поджаты контргайками 6. Сферы 2 расположены на шайбах 7, которые выполнены из эластичного материала, например, резины, и опираются на торцы корпуса 5.

Предварительно, за счет навинчивания или свинчивания втулок 1 относительно корпуса 5 регулируют усилие поджатия сфер 2 к седлам втулок 1 и к шайбам 7. Естественно, чем сильнее это под-

жатие, тем больше сила трения в контактах «сфера 2 – шайба 7» при перемещении рукояток 4.

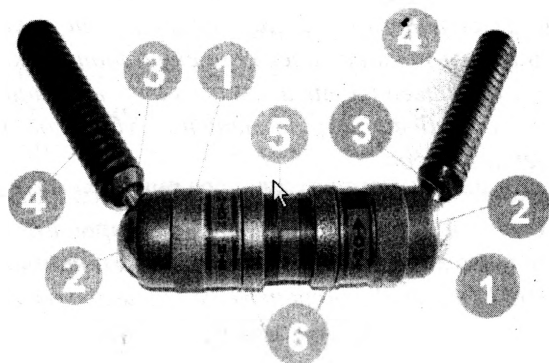


Рис. 1. Общий вид конструкции эргометра «Тренажер «Бизон-1»

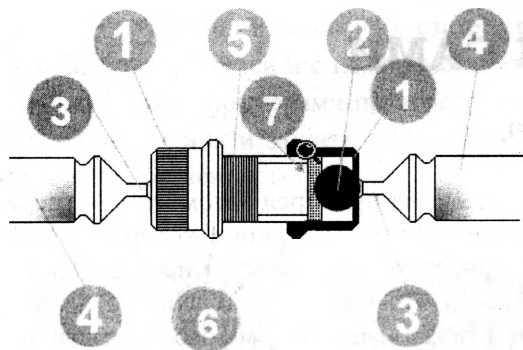


Рис. 2. Продольный разрез конструкции эргометра «Тренажер «Бизон-1»

Обозначение позиций на рис. 1 и 2: 1 — втулка резьбовая; 2 — сфера; 3 — стержень; 4 — рукоятка; 5 — корпус резьбовой; 6 — контргайка; 7 — втулка эластичная

Установив, таким образом, на рукоятках 4 необходимую нагрузку сопротивления, ее фиксируют контргайками 6, которые прижимают к втулкам 1.

С помощью данного эргометра можно выполнять множество упражнений. Желющие ознакомиться с ними могут обратиться к материалам вышеупомянутого сайта. На рис. 3, в качестве примера показано лишь одно упражнение, взятое из инструкции по эксплуатации тренажера «Бизон-1».

В этом упражнении, для развития в основном предплечий, выполняются повороты рукояток в вертикальной плоскости вверх-вниз.

При этом упражнение может иметь разновидности, в которых движения выполняются из исходного положения: за спиной, над головой, сбоку; при различном уровне расположения тренажера: на уровне груди, на уровне головы и над головой.

Упражнения могут отличаться способами захвата рукояток: большими пальцами к корпусу,

большими пальцами от корпуса или одна рука большим пальцем к корпусу, а другая от корпуса.

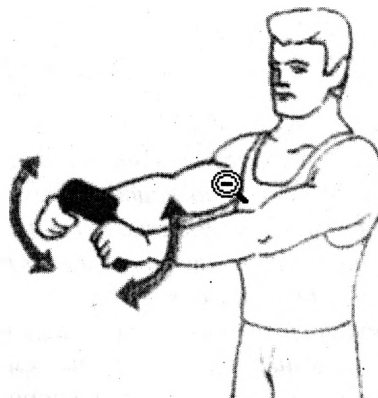


Рис. 3. Пример базового упражнения с тренажером «Бизон-1»

Понятно, что эти комбинации выполнения базового упражнения предназначены для расширения диапазона тренируемых групп мышц и суставов.

Применение такого эргометра полезно и эффективно, что подтверждается, размещенными на упомянутом сайте [6], отзывами известных профессионалов-спортсменов. Сам автор, Николай Борисович Сотский, в рекламных целях тренажера, демонстрирует завязывание и развязывание узлов крупногабаритных гвоздей своими руками.

Также подтверждаю данную эффективность, потому что, тренируясь на эргометре несколько месяцев, к своему удивлению и к удивлению некоторых своих более сильных товарищей обнаружил, что побеждаю их в борьбе на руках.

Замечательный снаряд. Рекомендую, и не только для наращивания статической или динамической силы различных групп мышц, но и как эффективное средство для тренировки сердечно-сосудистой системы.

В процессе практического познания тренажера «Бизон-1» он мне так понравился, что решил исправить некоторые его недостатки:

- незначительный максимальный угол перемещения рукояток – хотелось бы его увеличить, например, так, чтобы кулаки обеих рук при выполнении упражнений встречались в крайних точках перемещения;
- сравнительно большие габариты устройства по длине;
- «мертвое» схватывание при больших нагрузках контргайек (см. поз.6 рис.1 и 2), так что отворачивать их приходится, зажав эргометр в тисках;
- трудность точной установки одинаковой нагрузки для правой и левой руки.

Рождение новой конструкции (эврика)

Опираясь на свой прежний опыт инженера-механика и конструктора, решил усовершенствовать такой эргометр, а затем, применив профессиональные навыки в области права интеллектуальной собственности, запатентовать свои идеи.

На рис. 4 и 5 показаны общие виды новой конструкции эргометра, а на рис. 6 — его детали. Конструктивная схема такого устройства показана на рис. 7.

Сравнивая два эргометра по рис. 1, 2 и 4 - 7 можно убедиться, что новое устройство проще по конструкции. У него меньше комплектующих деталей. Оно меньше по длине. Увеличен угол разворота рукояток. В новом эргометре устранены также другие упомянутые выше недостатки известного устройства.

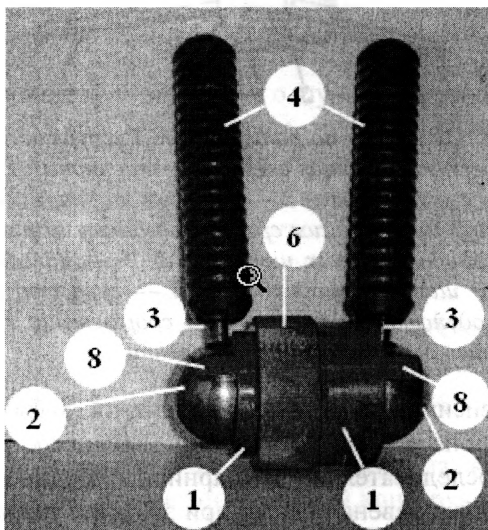


Рис. 4. Общий вид сложенного эргометра новой конструкции

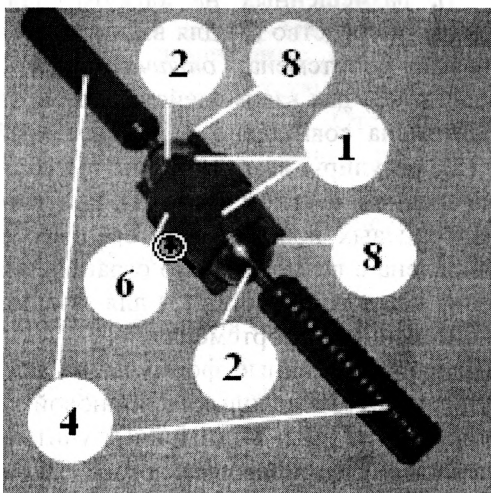


Рис. 5. Общий вид развернутого эргометра новой конструкции

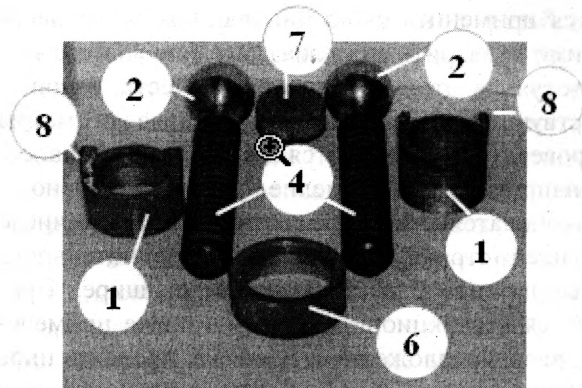


Рис. 6. Детали эргометра новой конструкции

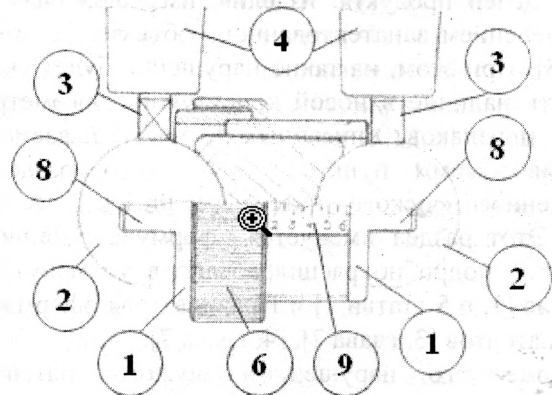


Рис. 7. Конструктивная схема эргометра новой конструкции

Обозначение позиций на рисунках на рис. 4 - 7:
1 — втулка резьбовая; 2 — сфера; 3 — стержень;
4 — рукоятка; 5 — контргайка; 6 — втулка эластичная; 7 — шип; 8 — шип; 9 — шкала

Обоснование патентования новой конструкции
Следующий этап — патентование. Для чего? Для того, чтобы обозначить свои авторские права и права обладателя своей же интеллектуальной собственности. Впоследствии, данное исключительное право владения можно выгодно уступить заинтересованным лицам, например, по лицензионному договору.

Если же, например, самому наладить производство и реализацию запатентованного изделия, то патент будет продолжительное время охранять новую конструкцию от несанкционированного копирования. Проще говоря, патент дает монополию на обладание объектом интеллектуальной собственности. Патентообладатель применяет этот объект по своему усмотрению, в том числе разрешает или запрещает другим лицам такое же применение. Кроме того, сведения о патенте публикуются, и приравниваются к научным публикациям.

С чего начать процесс патентования? Сначала необходимо выбрать территорию, где предпола-

гается применить свою инновацию. Затем необходимо проверить ее так называемую «патентную чистоту» на этой территории. То есть, выявить действующие патенты на аналогичные эргометры и проверить, не нарушатся ли чьи либо права, если, например, новое изделие будет изготовлено.

Законодательство всех стран мира, в том числе и нашей страны, нарушение исключительного права патентообладателя понимает шире. Признаются несанкционированными также применение, ввоз, предложение к продаже, продажа, иное введение в гражданский оборот или хранение для этих целей продукта, изделия, изготовленных с применением запатентованного объекта. [1, статья 8]. При этом, на такие нарушения будет указывать наличие в новой конструкции эргометра всех признаков, описанных в так называемом «независимом» пункте специального раздела найденного «чужого» патента [1, пп.1 и 2 статьи 36]. Этот раздел именуется «формула». Данное понятие подробно расшифровано в упомянутом Законе [1, п.5 статьи 1] и Правилах для оформления патентов [3, глава 7], [4, глава 7].

Кроме того, нарушением «чужого» патента признается также содержание во внешнем виде сравниваемого объекта существенных признаков запатентованного промышленного образца, от которого зрительно сравниваемый объект не отличается [1, п.3 статьи 36]. Более подробно понятия «промышленный образец» и его «существенные признаки» рассмотрены в Законе [1, п.6 статьи 1 и статья 4] и Правилах [5, глава 1 и глава 5].

Определение патентной чистоты

В нашем случае патентовать новую конструкцию и внешний вид эргометра (рис. 4–7) вначале было решено в нашей стране.

Для проверки его патентной чистоты осуществлялся поиск информации по базам данных Республиканской научно-технической библиотеки (г. Минск, пр. Независимости, 7, ком. 503) и официального сайта Национального центра интеллектуальной собственности Республики Беларусь [2].

Было выявлено два действующих белорусских патента на изобретение и на полезную модель, близкие по сущности эргометры [7, 8]. Первый из них показан на рис. 8, а второй — на рис. 9.

Независимый пункт формулы патента [7] (рис. 8):

«Устройство для тренировки мышц, содержащее последовательно и шарнирно соединенные три жестких звена (1), средства для создания нагрузки, средства (6) для взаимодействия с биозвеньями спортсмена и средства (7) для фиксации на основа-

нии, отличающееся тем, что все шарниры (4) выполнены шаровыми, а средства для создания нагрузки выполнены в виде регулируемых прижимов (3), размещенных на каждом шарнире (4)».

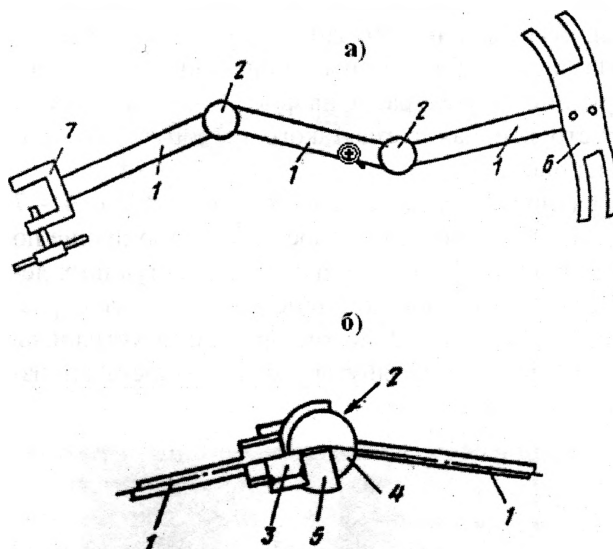


Рис. 8. Эргометр по патенту №8 Республики Беларусь [7]: а — общая схема; б — шарнирный узел: 1 — жесткие звенья; 2 — шаровые шарниры; 3 — регулируемый прижим средств создания нагрузки; 4 — сфера шаровых шарниров 2; 5 — цанговый зажим шаровых шарниров 2; 6 — средство для взаимодействия с биозвеньями спортсмена; 7 — средство для фиксации на основании

Независимый пункт формулы патента [8] (рис. 9): «Устройство для тренировки мышц, содержащее последовательно и шарнирно соединенные три жестких звена (1 и 2), при этом все шарниры (4) выполнены шаровыми, средство создания нагрузки, выполненное в виде регулируемых прижимов (5), размещенных на каждом шаровом шарнире (4), и средство (3) для взаимодействия с биозвеньями спортсмена, отличающееся тем, что средство (3) для взаимодействия с биозвеньями спортсмена совмещено с каждым крайним звеном (2), регулируемые прижимы (5) расположены на среднем жестком звене (1), при этом каждая из торцевых поверхностей среднего звена (1) установлена с возможностью ограничения перемещения каждого средства (3) для взаимодействия с биозвеньями спортсмена».

Проанализируем данные формулы на предмет их нарушения путем использования новой конструкции эргометра (рис. 4–7). Причем учитываются вышеупомянутые правовые нормы Закона [1, пп. 1 и 2 статьи 36]. Напомним, что на нарушение любого из патентов (рис. 8 и 9) будет указывать

наличие в новой конструкции эргометра всех признаков, описанных в независимом пункте формулы этих патентов.

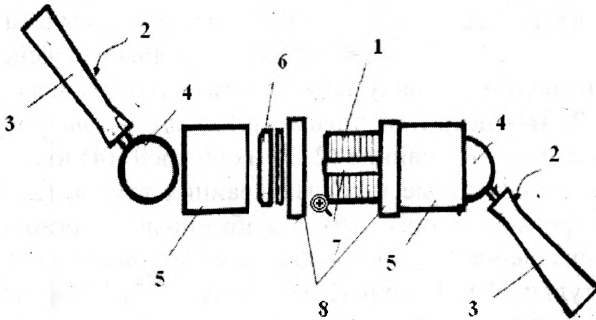


Рис. 9. Эргометр по патенту №840U Республики Беларусь [8]: 1 — среднее жесткое звено; 2 — боковые звенья; 3 — средство (рукоятки) для взаимодействия с биозвеньями спортсмена; 4 — шаровые шарниры; 5 — регулируемые прижимы; 6 — фрикционный элемент; 7 — паз; 8 — контргайки

Из анализа независимого пункта формулы патента [7] (рис. 8) вытекает, что признаки этого пункта, помеченные позициями (3, 4 и 6), включая название, присутствуют в новой конструкции эргометра (рис. 4-7). Отсутствует признак «три жестких звена (1)». В сравниваемом эргометре (рис. 4) всего лишь два жестких звена — это две рукоятки 4. При этом соединение резьбовых втулок 1 (тот же рис. 4) нельзя считать третьим жестким звеном, так как эти втулки соответствуют признаку формулы патента [7] (рис. 8) «регулируемые прижимы 3, размещенные на каждом шарнире 4». Кроме того, в новой конструкции эргометра явно отсутствует признак патента [7] «средства (7) для фиксации на основании».

Из второго анализа независимого пункта формулы патента [8] (рис. 9) следует, что признаки этого пункта, помеченные позициями (2-5), включая название, присутствуют в новой конструкции эргометра (рис. 4-7). Отсутствуют признаки: «среднее жесткое звено (1)»; «регулируемые прижимы (5) расположены на среднем жестком звене (1)» и «каждая из торцевых поверхностей среднего звена (1) установлена с возможностью ограничения перемещения каждого средства (3) для взаимодействия с биозвеньями спортсмена». В нашем случае (рис. 4-7) среднего жесткого звена нет, а регулируемые прижимы (резьбовые втулки 1), естественно, не расположены на нем, а расположены друг на друге. При этом в новой конструкции каждое средство (рукоятки 4) для взаимодействия с биозвеньями спортсмена ограничивается в своем перемещении элементами бо-

ковых жестких звеньев (шипами 8 резьбовых втулок 1). При этом соединение резьбовых втулок 1 (тот же рис. 4) нельзя считать средним жестким звеном, так как эти втулки соответствуют признаку формулы патента [8] (рис. 9) «регулируемые прижимы 5». Конечно, они образуют сборное звено. Но такое звено не является жестким, так как в горизонтальном направлении неподвижность соединения резьбовых втулок постоянно нарушается.

Таким образом, использование на территории Республики Беларусь новой конструкции эргометра (рис. 4-7) не будет являться нарушением патента [7] (рис. 8) и патента [8] (рис. 9).

Если все же было бы доказано такое нарушение, то оно бы было непродолжительным. Ведь действие патента [7] истекает 15.12.2007, а действие патента [8] истекло 26.07.07. Владелец этого патента имеет право на восстановление и продление срока действия, но не более чем на три года с указанной даты.

Что же касается нарушения исключительных прав каких-либо владельцев патентов на промышленные образцы, которые по внешнему виду были бы неотличимы от внешнего вида новой конструкции эргометра (рис. 4-7), то таких патентов в Республике Беларусь просто не существует.

По результатам проведенного выше сравнительного анализа можно подтвердить патентную чистоту данной конструкции в нашей стране и приступить к следующему шагу ее правовой охраны — оформлению заявочных материалов на патентование.

Для повышения результативности такой охраны выбраны следующие формы объектов патентования: изобретение способ-устройство, три полезные модели и промышленный образец.

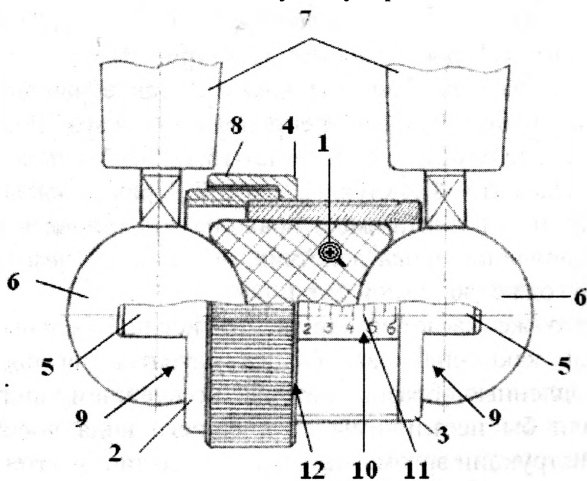
Оформление заявочных материалов на патентование изобретения

Комплект заявочных материалов на патентование изобретения состоит из формулы, описания, реферата, иллюстраций, которые оформляются, согласно Правил [3], установленных Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь, и документа, подтверждающего оплату государственной пошлины за подачу этих материалов в Национальный центр интеллектуальной собственности Республики Беларусь.

Так как наиболее важным правовым документом является формула, в чем мы убедились ранее, то и начнем с ее составления. Для пояснения воспользуемся рис. 7. Позднее, в описании изобре-

ния он будет именоваться фигурой № 4, сокращенно — фиг. 4, с измененными, в сравнении с рисунком 7, номерами и названиями позиций элементов.

Структура и содержание (более мелким шрифтом) формулы изобретения приведена ниже. Так как патентуется способ и устройство, с вариантами выполнения устройства, то такая формула состоит из двух независимых пунктов, которые определяют объем правовой охраны будущего патента. Имеются также зависимые пункты, развивающие независимый пункт устройства.



Фиг. 4

Рис. 7. Схема к пояснению составления формулы изобретения

Каждый пункт формулы содержит в себе название, ограничительную и отличительную части. Причем, в ограничительную часть входят схожие признаки, присущие как патентуемому объекту, так и его прототипу. В нашем случае за прототип выбран патент [9] (рис. 8). Отличительная часть формулы включает в себя признаки, присущие только патентуемому объекту. Они появляются впервые и являются отличительными в сравнении с прототипом. Формула должна содержать подпись заявителя (лей) или его (их) представителя. Формула представляется как отдельный документ. Позиции из фигуры 4 описания, заимствованные в данной формуле, представлены для лучшего понимания в круглых скобках.

Формула изобретения

1. Способ тренировки с помощью шарнирного эргометра, при котором вначале устанавливают

нагрузочный режим путем вращения и фиксации его резьбовых втулок (2 и 3), а затем воздействуют на его шарниры (6) с помощью их органов управления (7), которые разводят, сводят и вращают, отличающийся тем, что вращение резьбовых втулок (2 и 3) осуществляют с помощью воздействия на них упомянутыми органами управления (7).

2. Шарнирный эргометр, содержащий упругое звено 1, крайние (2, 3) и среднюю (4) втулки, и, размещенные в седлах крайних втулок (2, 3), шаровые опоры (6), снабженные, органами управления (7), отличающийся тем, что крайние втулки (2 и 3) свинчены между собой, при этом средняя втулка (4) навинчена на ту (3), в которой преимущественно расположено упругое звено (1), сжатое шаровыми опорами (6).

3. Эргометр по п.2, отличающееся тем, что средняя втулка (4) снабжена буртиком (8), охватывающим другую крайнюю втулку (2).

4. Эргометр по п.2, отличающийся тем, что в седлах (5) крайних втулок (2 и 3) выполнен, как минимум, один паз (9), с возможностью частичного размещения в нем органа управления (7).

5. Эргометр по п.2, отличающийся тем, что на внешней поверхности крайней втулки (3), на которую навинчена средняя втулка, выполнен, как минимум, один паз (10) под информационное табло (11).

6. Эргометр по п.5, отличающийся тем, что в пазу (10) размещена рекламная информация.

7. Эргометр по п.5, отличающийся тем, что в пазу размещена измерительная шкала, указатель которой расположен на торце (12) средней втулки 4.

8. Эргометр по п.2, отличающийся тем, что упругое звено 1 выполнено в виде эластичной подушки.

9. Эргометр по п.8, отличающийся тем, что эластичная подушка выполнена пневматической.

10. Эргометр по п.2, отличающийся тем, что упругое звено 1 выполнено в виде пружины.

11. Эргометр по п.10, отличающийся тем, что, на торцах пружины выполнены седла шаровых опор 6.

Заявитель _____
(ф.и.о. или полное юридическое наименование)

_____ подпись

ПЕРВЫМ ДЕЛОМ САМОЛЕТЫ

Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов — ВИАМ — крупнейшее государственное материаловедческое предприятие России. Институт, организованный более 70 лет тому назад, создает материалы, определяющие облик современной авиационной и космической техники. Здесь разрабатывают и производят совершенно фантастические металлические и неметаллические материалы, а, кроме того, создают и доводят до промышленного применения технологические процессы и оборудование, разрабатывают методы защиты от коррозии, технологии и приборы для контроля исходных продуктов, полуфабрикатов и готовых изделий. Материалы, созданные в ВИАМе, используют не только в авиации и космонавтике, их применяют в судостроении, автомобильной промышленности, медицинской технике.



Е.Н. Каблов

Как и у многих других крупных предприятий в стране, в середине 1990-х годов у ВИАМа был исключительно сложный период. Долги достигли астрономической суммы, коллектив находился на грани распада, исследования практически прекратились. Трудности удалось преодолеть. Сейчас в институте возобновлены исследования, налажен выпуск уникальных материалов и изделий, многие из которых умеют делать только здесь. Но на фоне несомненных успехов лучшие видны проблемы, характерные для большинства системообразующих исследовательских центров, да и для государства в целом. О некоторых из них в беседе с нашим специальным корреспондентом рассказал генеральный директор ВИАМа академик Евгений Николаевич КАБЛОВ.

За годы реформ Россия безвозвратно утратила 55% технологий, которые определяли промышленный, экономический и оборонный потенциал страны. Хуже того, процесс этот продолжается, вынуждая отечественных специалистов горько шутить, что скоро даже микросхемы для наших ракет придется выковыривать из китайских игрушек.

Нас пытаются успокоить: скоро, мол, все изменится — президент взял под контроль вопросы инновационной политики, теперь на науку дадут настоящие деньги, и мы рванем вперед!

Боюсь, не рванем. Чтобы решать инновационные задачи, строить экономику, основанную на знаниях, нужны соответственно подготовленные кадры. Самые большие средства, вложенные в науку, в обновление производства, не принесут желаемого результата, если не будет людей, способных генерировать и осуществлять смелые идеи.

С этой точки зрения подготовка и закрепление высококвалифицированных научных кадров, специалистов высшего и среднего звена на предприятиях — ключевой вопрос развития страны. Он требует постоянного внимания со стороны государства, бережного, разумного подхода к реформированию системы профессионального среднего и высшего образования. Политическая, финансовая элита и все общество должны наконец осоз-

нать: богатство России не в недрах, а в «мозгах». Разберем этот тезис на примере отечественной авиационной промышленности.



Новый среднемагистральный самолет Ту-204 не уступает импортным «одноклассникам». Выпуск таких или аналогичных самолетов в количестве хотя бы 100 штук в год позволит сохранить отечественную авиационную промышленность, авиационную науку, вытянет из кризиса многие другие высокотехнологичные отрасли производства.

Авиационная промышленность — это квинтэссенция современных технологий. Именно авиационная промышленность способствует постоянному росту технологического уровня всей индустриальной сферы в государстве, ведь, чтобы сделать самолет, в кооперации работают сотни предприятий самых разнообразных отраслей — от химических и метал-

лургических до текстильных. Чтобы эта отрасль не умерла, нужно выпускать хотя бы по два самолета в неделю. У нас же выпуск составляет 10 самолетов в год. (Для сравнения: «Боинг» и «Эрбас» делают по одной штуке в день.) Для сохранения тонких, «чувствительных» технологий, на которые опиралась авиационная промышленность, люди должны работать ежедневно, только в этом случае они не потеряют квалификацию. А это исключительно важно, ибо хорошего специалиста нужно готовить не один и не два года.

Для увеличения производства самолетов мы должны, прежде всего, активно обновлять ими парк отечественных авиакомпаний и не менее активно продвигать наши самолеты на международный рынок. К сожалению, многие авиаперевозчики предпочитают закупать бывшую в употреблении западную технику. Государственное регулирование в этом вопросе отсутствует, парк воздушных судов России постепенно превращается в свалку устаревших импортных самолетов.

Загубить наукоемкую и технологически сложную отрасль не долго, восстановить утраченное — практически невозможно. Обратимся к производству авиационных двигателей, в котором задействовано множество отраслей. Есть всего пять стран в мире, способных выпускать полноразмерные газотурбинные двигатели: США, Франция, Германия, Великобритания и Россия. Даже Япония при всем своем экономическом потенциале не может их делать и довольствуется участием в кооперации. До Второй мировой войны Германия и Япония обладали самой передовой авиационной промышленностью, но за годы войны она была разрушена, и Япония так и не смогла восстановить способность самостоятельно строить самолеты и двигатели, хотя прошло уже более 60 лет. Германии же это удалось ценой невероятных усилий и вложения колоссальных денег, причем далеко не всегда немецких. Мы сейчас стоим на грани потери способности России проектировать и производить самолеты и двигатели. Иными словами, непродуманные действия «псевдореформаторов» по реорганизации авиапрома, авиационной науки фактически привели к уничтожению такой уникальной наукоемкой отрасли, как авиационная промышленность, что равносильно самоубийству или поражению в войне. Авиационная промышленность — это та отрасль, которая во многом обеспечила бы ликвидацию технологического отставания во многих других отраслях экономики России.

Потребность внутреннего авиационного рынка в самолетах, близких по классу к Ту-134 (надёжному, но отжившему уже свой век), составляет сейчас не менее 800 штук. И такие самолеты разработаны и даже испытаны в России. Мы должны делать их сами — я настаиваю на этом, — а не отдавать рынок иностранным производителям. Их производство даст возможность полноценно работать и металлургии, и химии, и машиностроению. По мере того как новый самолет начал бы эксплуатироваться на внутреннем рынке, его можно было бы продвигать и на экспорт. Если по своим характеристикам он окажется конкурентоспособным, то его цена должна быть ниже, чем у импортных аналогов. Но, к сожалению, у нас сейчас масса проблем, без первоочередного решения которых говорить о развитии промышленности вообще и авиационной в частности невозможно. Одна из главных — ориентация экономики на вывоз ресурсов, магистральный путь, по которому страна идет уже много лет. Но путь этот тупиковый. Пока мы будем распродавать собственные ресурсы, положение с развитием наукоемких отраслей не улучшится. С этого пути нужно немедленно сворачивать! Наша страна не должна быть только источником сырья для развитых государств. Мы в достаточной мере развитое государство, чтобы поставлять на мировой рынок не сырье, а готовую продукцию. Стратегией развития нашего общества должно стать производство высокотехнологичной продукции. Способ привлечь интерес промышленности (заставить, если хотите) к переработке сырья в высокотехнологичные изделия, между прочим, давно известен — это таможенное регулирование. Во всех этих процессах ключевая роль должна принадлежать государству. Оно обязано иметь ясное представление о своих интересах и в соответствии с ними проводить внятную промышленную политику.

И вот мы снова подошли к проблеме подготовки кадров для науки и промышленности, развития приоритетных направлений науки и техники, к проблеме воспроизводства реального национального богатства — высококлассных «мозгов». И здесь без воли государства и ясной государственной политики не обойтись.

Предположим, что цель руководства страны — действительно сильное свободное государство, имеющее непререкаемый авторитет на международной арене и обеспечивающее достойное существование собственным гражданам. Но руководителям страны должно быть понятно, что достичь этой цели в нынешнем мире удастся, только развивая современные высокотехнологичные произ-

водства конечной продукции, конкурентоспособной на мировом рынке.

К решению этой задачи есть два подхода. Первый — начать с чистого листа, обратившись к опыту других стран. Путь заманчивый и на первый взгляд сравнительно легкий и правильный. Учителей найдется сколько угодно, и желающих вложить деньги тоже немало. Но путь этот бесперспективный. Какими бы ни были ответственными учителя, какими бы бескорыстными ни были спонсоры, интересы они будут отстаивать свои, а не наши. Второй путь — не отказываясь от изучения чужого опыта, ориентироваться все же на собственные знания и умения. И для этого — использовать богатый и далеко не всегда негативный опыт собственной страны.

Итак, если наша цель — такое государство, которое помимо богатых ресурсно-сырьевых источников имеет мощную промышленность и энергетику, сельское хозяйство, армию, здравоохранение, образование, культуру, спорт, ему нужны достижения науки и люди, способные эти достижения правильным образом использовать.

Вот мы уже в третий раз вернулись к наиболее важной проблеме современной России — проблеме просвещения и образования. Я разделяю их неслучайно, чуть позднее мы это обсудим. А сейчас поговорим вот о чем. В Советском Союзе функционировала система качественной подготовки молодых людей на уровне средней школы. За школой следовал этап высококвалифицированной подготовки в вузах, и далее — достаточно эффективная работа Академии наук, прикладных институтов, вузов. Все это давало результат в виде наукоемкой продукции, которая воплощалась в военную и специальную технику. Да, в СССР большая часть разработок реализовывалась именно в военно-промышленном комплексе. Можно обсуждать, с какими затратами, с какими трудностями это происходило и какие ресурсы при этом использовались, но система создания, подготовки и выпуска продукции была четко продумана. Сейчас такая система отсутствует, причем как в гражданской, так и в оборонной области. И самый главный удар наносится по системе образования.

По существу, сейчас мы разрушаем эффективную систему, которая доказала свою результативность, заменяя ее двухуровневой системой образования. Под флагом быстрее вхождения в мировое сообщество нам навязывают переход к системе, предусматривающей подготовку за четыре года так называемых бакалавров, а затем еще за два-три года — магистров.

Я не спору, может быть, эта новая система и хороша, но для гуманитарных специальностей. Применительно к инженерным такой переход означает появление в виде бакалавров массы недоучек и резкое сокращение числа тех людей, которые захотят продолжать учебу ради более высокой квалификации. Конечно, «бакалавр» звучит куда приятнее, чем недоучившийся студент, но сути дела это не меняет.

Для инженерных специальностей отечественная система, основанная на хороших знаниях школьников по базовым дисциплинам, на пятилетнем непрерывном цикле образования в технических вузах, доказала, что выпускники таких институтов, как МАИ, МГТУ, МАГИ, МГУ, ЛГУ, ХАИ, МФТИ и многие другие университеты и институты, оказываются на уровне и даже выше выпускников известных зарубежных университетов. Да, нам важно, чтобы дипломы российских вузов признавались в других странах. Ради этого стоит присоединиться к Болонскому соглашению. Но никакое Болонское соглашение не стоит того, чтобы из-за него угробить сложившуюся и доказавшую свою эффективность систему подготовки научных и инженерных кадров. Видимо, нужно искать другой путь сертификации российских дипломов.

Координатор Болонского соглашения в Европейском союзе Николь Кидман утверждает, что такие крупнейшие зарубежные университеты, как, например, Сорбонна, против того, чтобы механически переносить двухступенчатую систему на все вузы, поскольку за три года нельзя «сделать» хорошего химика, или материаловеда, или конструктора, даже назвав его бакалавром. В Советском Союзе доказала свою эффективность пятилетняя система высшего образования, в рамках которой студент получал хорошие знания по базовым дисциплинам, затем практиковался в определенных технических направлениях, потом проходил практику, защищал диплом и был готов к тому, чтобы работать. Поэтому многие зарубежные университеты стали использовать аналогичную нашей систему подготовки инженерных кадров. Замечу также, что в последнем послании Конгрессу США Джордж Буш прямо говорит: главная задача Соединенных Штатов сейчас — добиваться получения глубоких фундаментальных знаний выпускниками вузов в области точных наук — химии, физики, математики. Американцы понимают, что они в этом вопросе проигрывают советской школе однозначно, да и российской школе тоже. А мы опять сами пытаемся выкопать себе же яму.

Надо исходить из того, что важно и нужно госу-

дарству. Если государство собирается развивать, например, авиацию, авиационную промышленность, то нужно использовать свои проверенные, доказавшие эффективность подходы к подготовке специалистов. Нельзя для всех университетов давать один образовательный стандарт, как это пытаются сейчас сделать Министерство образования и науки. Каждый вуз имеет собственные наработки, свои объемы лекций и семинаров по точным наукам, по техническим дисциплинам, свои объемы практических занятий. Нельзя это ломать!

Что же касается профессионально-технического образования, то сейчас этой системы просто нет, и страна находится на пороге ситуации, когда у нас не останется квалифицированных рабочих, способных обслуживать высокотехнологичное автоматизированное оборудование. Спрашивается, возможно ли будет в этих условиях ликвидировать технологическое отставание страны?

Возвращаясь к главному вопросу: я считаю, что по существу административная реформа 2004 года не состоялась. То, что сделано, показало неэффективность предложенных мер. Управляемость не только не улучшилась, она практически потеряна. Решение о создании единого Министерства образования и науки, по существу, привело к тому, что страдает и образование, и наука. Поэтому следовало бы разделить это ведомство и создать отдельные структуры — министерство просвещения и министерство науки и высшей школы. Первое должно заниматься базовым образованием, по сути дела, именно просвещением — учить людей быть верными своим традициям, идеалам. Чтобы у детей, которых мы начинаем воспитывать с детского сада и доводим до выпускных классов школы, было чувство гордости, что они живут в этой стране, что эта страна обладает уникальной историей, что с ее историей связаны замечательные события в борьбе за независимость, в развитии культуры, науки и техники. Просвещать и воспитывать чувство уважения к своей земле, к своим предкам, к истории и культуре других народов — главная задача министерства просвещения. А наукой должно заниматься отдельное ведомство — комитет или министерство по науке и высшей школе. Объединение высшей школы и науки крайне необходимо, потому что они друг друга дополняют в плане подготовки и роста научных кадров.

И еще одна, казалось бы, локальная, но от этого не менее важная задача: необходимо добиться изменения в менталитете, в сознании людей — в

их отношении к научному и инженерному труду. Чтобы слово «инженер» звучало гордо. У нас же с этим словом ассоциируется неудачник, обреченный прозябать на мизерную зарплату. «Повезло» в этом смысле не только инженерам. Искаженное представление сложилось и о роли науки в развитии экономики, общества, государства. Многие наши ученые страдают от того, что их труд не востребован Российской Федерацией, не востребован промышленностью. Причина та же — отсутствие внятной научно-технической и промышленной политики. Если бы такая политика существовала, было бы ясно, в каком направлении пойдет развитие экономики. В этом же направлении должны были бы идти и обширные научные исследования. Сейчас, к сожалению, этого нет. Еще один важный вопрос в кадровой политике, решение которого невозможно без политической воли руководства государства, — принципиальные изменения в отношении должностей «Генеральный конструктор», «Научный руководитель проекта» государственного значения. Назначения на эти должности целесообразно осуществлять указами президента РФ по представлению ВПК при Правительстве РФ, гарантируя при этом все необходимое для выполнения поставленной государством задачи: организационные, финансовые и правовые ресурсы. Власть должна продемонстрировать обществу, через соответствующую систему стимулов и поощрений, что эти люди представляют собой интеллектуальную элиту, интеллект нации и государства, что они получают всемерную поддержку руководства страны и власти, так как решают задачи по обеспечению национальной безопасности и обороноспособности России.

Пока не будет изменено отношение государства (прежде всего государства!) к инженерному и научному труду, пока не будет государство показывать, что по-настоящему заинтересовано в разработках ученых, инженеров, техников, ситуация не изменится.

Итак, речь идет о скорейшем воссоздании системы просвещения и подготовки ребят, горящих желанием идти в науку, об эффективной работе высшей школы и о воссоздании эффективного государственного сектора науки и соответствующих преференциях государства в части стимулирования желания человека повышать свою квалификацию. Между прочим, в этом важная роль должна отводиться научно-популярным изданиям, таким, как «Наука и жизнь», «Знание — си-

ла», «Техника молодежи». Очень важно создание специального научно-познавательного телевизионного канала по типу канала «Культура». Государство обязано этим заниматься!

Если мы хотим иметь будущее, если мы хотим иметь здоровое поколение, если мы хотим иметь здоровое общество, в это надо вкладывать деньги. Если государство не будет этим заниматься, тогда граждане вправе сделать вывод, что руководители, которые управляют ныне процессом, не связывают свое будущее с развитием этой страны. Тогда надо избирателям, платящим налоги, поменять руководителей на тех, кто будущее своих детей и внуков связывает с этим государством. У нас другой родины нет, и мы должны здесь навести порядок. И порядок этот должен быть таким, чтобы люди были заинтересованы вкладывать свои знания, идеи, деньги в развитие своего общества.

Из-за сложности положения с подготовкой кадров некоторые предприятия оборонно-промышленного комплекса вынуждены были самостоятельно заниматься подготовкой специалистов для себя. Так, например, Московский машиностроительный завод «Салют» организовал на своей территории авиационный техникум и ПТУ. А ВИАМ в 2001 году создал у себя филиал Московского государственного вечернего металлургического института.

Форма обучения удобна и для нас, и для студентов. Днем они работают лаборантами, техниками, рабочими, в основном по специальностям, которым обучаются в институте. И получают за это зарплату. А вечером, в стенах ВИАМа, в специально оборудованных аудиториях слушают лекции ведущих ученых института, занимаются в лабораториях на современном исследовательском оборудовании.

Благодаря этой и некоторым другим мерам средний возраст сотрудников института удалось снизить с 62 до 48 лет. На 1500 сотрудников института сейчас приходится 450 молодых специалистов (в возрасте до 33 лет).

Понятно, что эти меры, хотя и дают положительный результат, не носят системного характера. Для решения кадровых проблем «оборонки» нужен новый механизм привлечения и закрепления выпускников вузов в научно-исследовательских институтах и на предприятиях оборонно-промышленного комплекса (ОПК). На этом пути есть серьезные проблемы, решение которых не под силу одним только предприятиям. Необходимо, повторю в который уже раз, участие государства, осуществление последовательной государственной политики в вопросе подготовки кадров. Применительно к инже-

нерно-техническим наукам при подготовке кадров для предприятий ОПК необходимо создать целевую контрактную систему подготовки инженеров. Смысл ее в следующем: в рамках бюджетного финансирования бесплатного обучения инженера заключается трехсторонний договор между студентом, вузом и предприятием ОПК о том, что после окончания института по выбранной предприятием специальности выпускник будет работать на этом предприятии в течение четырех-пяти лет. При этом предприятие ОПК дополнительно платит вузу за корректировку учебного плана, за введение дополнительных специальных курсов и практических занятий, а студент получает дополнительную стипендию от предприятия. Важно, чтобы предприятие гарантировало выпускнику жилье в семейном общежитии или покупку квартиры по льготной ипотеке для молодых сотрудников ОПК.

Элементы такого подхода уже успешно реализуются в ряде вузов (МАИ, МГТУ, МАТИ, РХТУ и др.), но необходимо целостное юридическое оформление этой системы. Крайне важно подготовить и принять федеральный закон «О целевой контрактной подготовке кадров для оборонно-промышленного комплекса РФ».

Необходимо предусмотреть и создание единой системы образовательно-научных центров, которая сможет обеспечить научными и инженерными кадрами приоритетные научные направления. Такие центры при минимальных затратах и в сжатые сроки можно сформировать на базе институтов РАН, ведущих университетов, КБ, а также государственных научных центров (ГНЦ), которые по своему статусу призваны осуществлять подготовку квалифицированных кадров. Эта единая система образовательных научно-производственных центров создаст и производственную среду, которой сейчас нет и которая крайне важна для прохождения студентами производственных практик — без них настоящих специалистов не подготовить.

Для этого государство должно уравнивать организации, ведущие образовательную деятельность, с профильными образовательными учреждениями в ряде льгот и привилегий. В частности, потребуется внести изменения в Налоговый кодекс РФ, делающие возможным отнесение расходов на подготовку потенциальных кадров, не состоящих в штате налогоплательщика (то есть людей, работающих на других предприятиях), на статью «прочие расходы», а не тратить на это прибыль.

Следует также уменьшить налогооблагаемую

базу при условии расходования части прибыли на покупку современного научного и исследовательского оборудования, используемого для образовательной деятельности. Следует разрешить взаимозачет при уплате местного налога на квотирование рабочих мест при условии обучения и работы на предприятии молодежи до 18 лет.

Разработчикам политики и стратегии государства следует помнить, что безразличие страны к созданию подготовленной в научном и техническом отношении рабочей силы равносильно интеллектуальному и промышленному разоружению и представляет непосредственную угрозу способности нашей страны продолжать занимать положение мирового лидера.

Когда 10 лет назад я был назначен генеральным директором ВИАМа, ситуация в институте была катастрофической. Институт был признан банкротом, долги составляли 18 млн. рублей в нынешних ценах. Полгода люди не получали зарплату. В институте числилось 2400 человек, из них всего 33 человека были моложе 33 лет. И многие к тому же потеряли связь с институтом, просто хранили здесь трудовые книжки. Пришлось сократить 700 человек и закрыть направления исследований, не вызывавшие интереса конкретных заказчиков.

На базе института мы создали научно-технологические комплексы, которые проводят собственные исследования и имеют соответствующее производство. То есть постарались не только генерировать знания, но и переводить эти знания в осязаемый товар. Институту принадлежит более 5000 патентов, около трех с половиной тысяч ноу-хау. Мы постепенно научились на этом богатстве зарабатывать. Теперь институт продает свою продукцию и в виде изделий, и в виде лицензий. И вот еще что важно. Людям было сказано: все, что вы заработаете, вы получите, только отдадите определенный процент для того, чтобы можно было закрыть накладные расходы, связанные с содержанием и функционированием института. Оживление наступило не сразу, но наступило. И у нас появилась возможность привлекать на работу молодежь.

Объем выполненных работ в 1996 году составил 15 млн. рублей. Сейчас эта цифра достигла почти миллиарда. Средняя заработная плата составляет 18–19 тыс. рублей. Мы понимали, что, если не подтянем молодежь, мы не изменим ситуацию, и поэтому начали обучение молодежи у себя на предприятии. Тесное сотрудничество с МАГИ, МГУ, МГУТУ, РХТУ, МИСИС и Московским ве-

черным металлургическим институтом дает возможность отбирать для себя молодых специалистов. Как правило, это очень хорошие ребята. Многие из них горят желанием заниматься научной работой и заинтересованы в том, чтобы результаты их работы были востребованы, чтобы они шли в промышленность. Все хотят, чтобы работа была интересной, чтобы было современное оборудование, чтобы была достойная заработная плата. И когда это видишь, понимаешь, что не все в России еще потеряно. Для молодых специалистов мы ввели стипендии имени наших выдающихся ученых, академиков С.Т. Кишкина, Р.С. Амбарцумяна, Г.В. Акимова. Плюс к этому, когда молодой человек приходит работать в институт, мы доплачиваем в первый год — 1900, во второй — 1500, в третий — 1100 рублей в месяц.

Самая сложная проблема у современного научно-исследовательского института — финансирование. ВИАМ примерно половину денег получает по государственному заказу, другую же половину зарабатывает совершенно самостоятельно. Но при этом мы не сдаем в аренду ни одного квадратного сантиметра. Если пустить на свою территорию арендаторов, то будет уже не институт. По этой же причине мы категорически против того, чтобы институт акционировать. Опыт показывает, что приватизация научных организаций приводит к их уничтожению. Все это делается для того, чтобы захватить имущество и землю. И все утверждения о том, что 100% акций будет у государства или под контролем у государства, не стоят выеденного яйца. Вполне достаточна форма федерального государственного унитарного предприятия — ФГУ-Па или, возможно, какая-то другая государственная форма собственности. Но нужно не забывать о главном: государство должно иметь современный институт, занятый решением важных для этого государства научно-технических задач.

В СССР было слишком много НИИ. Столько государству сейчас не нужно (да и не потянуть), и поэтому необходимо реформирование системы научно-исследовательских институтов. Министерство образования и науки должно провести инвентаризацию всех научных организаций, определить их потенциальные возможности. Об этом президент России говорил неоднократно. Уже давно должны были в правительстве утвердить реестр научных организаций, где следовало расставить ведущие научные организации по приоритетным направлениям развития науки и техники, по критическим технологиям. Этого не сделано.

Государство, по Конституции, должно обеспечить гражданам безопасность, национальную независимость, решение социальных вопросов и вопросов здравоохранения. Осуществить эти функции оно может, только опираясь на государственный сектор науки, как это сделано во всем мире. В качестве примера можно привести НАСА — крупнейшую государственную научную структуру США. В 1958 году она получила статус авиационно-космической. Руководителей назначает президент Соединенных Штатов. Работают в НАСА 19 500 человек, ежегодный бюджет 16,9 млрд. долларов. При этом в НАСА входят 10 научных центров, и они отвечают полностью за научно-техническую политику в области аэрокосмических исследований. Так должно быть и у нас. Есть приоритетные направления развития науки и техники — транспортные, авиационные и космические технологии. И вот в этой области нужно создавать российский аналог НАСА включив туда ЦАГИ, ЦИАМ, ВИАМ... Эти «государевы», или государственные, структуры не могут быть частными. Что же касается остальных, то, когда мы увидим, что некоторые научные организации государству для его глобальных задач не нужны, тогда их можно и даже нужно акционировать. При этом особое внимание надо обращать на интеллектуальную собственность этих организаций.

Интеллектуальную собственность, которая была создана за счет государства, отдавать в частные руки бесплатно нельзя. При акционировании сначала надо оценить уникальность установок и оборудования, оценить наличие и качество разработок и результатов исследований. И передать все это ведущей в данном направлении государственной научной организации для продолжения исследований. После того как это будет сделано, можно объявлять акционирование.

Я считаю, что интеллектуальная собственность должна принадлежать разработчику, он лучше любого понимает и знает, как ее использовать. Но, поскольку деньги на разработку были даны государством, государство должно получать соответствующие дивиденды от реализации созданного на его средства продукта. Аналогично должны распределяться права на интеллектуальную собственность, созданную на средства частной фирмы: собственник — разработчик, фирма — получает долю дохода от реализации. И эти условия могут быть изменены только в случае, когда исследователь работает по контракту над созданием вполне определенной вещи или проводит вполне определенные исследования. В таком

случае собственность должна принадлежать заявителю — государству или частной компании.

Все эти детали нужно определить законом. У нас пока такого ясного и четкого закона нет. Сегодняшняя система не стимулирует получения патентов, она создает такую обстановку, в которой заявки на патенты мы скоро подавать не будем. Одно из последних постановлений по этому вопросу обременено таким большим количеством условий, что делает его совершенно не ясным. Мы в ВИАМе сейчас подготовили предложение о внесении изменений в патентное законодательство, о том, как, по нашему мнению, достаточно эффективно было бы выстроить эту работу.

Часто приходится слышать, что науку должны финансировать заинтересованные в определенных разработках фирмы. Это неправильно. Есть государственная составляющая науки, которая решает вопросы, связанные с исполнением государственных функций по конституции, и есть инновационная составляющая, которая позволяет наиболее интересные разработки, сделанные по госзаказу в интересах обороны, переводить непосредственно на коммерческий рынок. Только в такой последовательности, а не в другой. Нельзя говорить о том, что «фирменная» наука решит все проблемы — это глубокое заблуждение. Частные инвесторы никогда не будут вкладывать деньги в длительные исследовательские проекты, никто не будет финансировать научно-технический задел. Они будут финансировать только сугубо узкие исследования, связанные с повышением производительности, снижением себестоимости конкретной продукции. А государству нужно иметь стратегию развития всей своей экономики на длительную перспективу. У нас же, смешно говорить, была подготовлена стратегия развития и инноваций на три года! Китайцы свою стратегию определили на 50 лет, европейцы — на 25, мы — на 3 года! Нельзя построить стратегию развития экономики, не учитывая стратегии развития научно-технической политики. То, как будет развиваться наука и технологии, — это основа для правильного выстраивания стратегии развития экономики. Европейцы делают ставку на новые материалы, они считают, что новые материалы — это то, что гарантирует Европе конкурентоспособность и принесет большие доходы в ближайшие 15–20 лет. А что у нас? Нефть, газ? Но сырье скоро закончится.

Прогнозно-аналитические и экспертные заключения для политического руководства страны должен давать государственный сектор науки. И прежде всего Академия наук совместно с государственными

ми научными центрами и ведущими вузами.

В государственном секторе науки основой может быть только Академия наук — это, прежде всего, ученые высшей квалификации, это наиболее авторитетные и независимые эксперты. Российская академия наук — колоссальная научно-исследовательская база. И именно РАН, сохраняя полную самостоятельность, во многом определяет стратегию и перспективы развития отдельных областей знания и направления исследований.

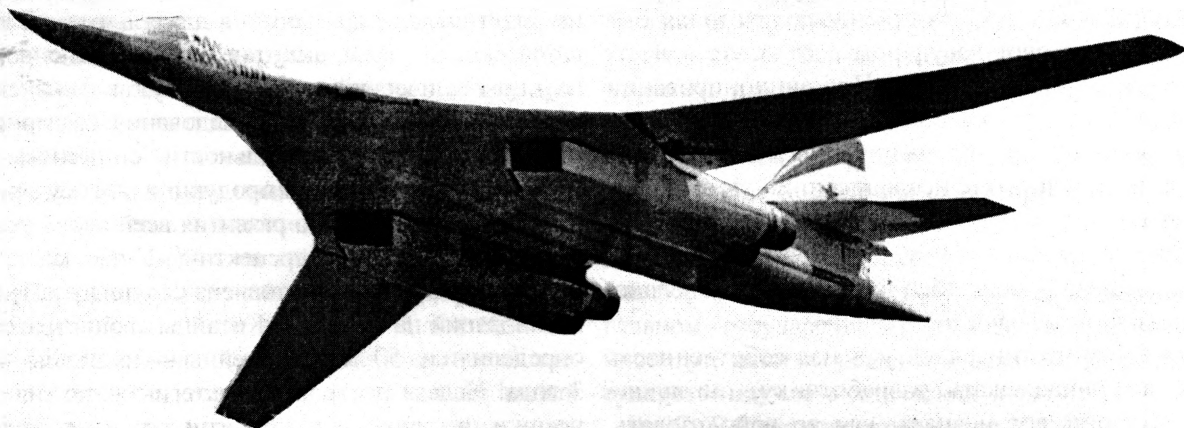
В заключение подчеркну, если мы ставим перед собой цель построить сильное государство, в ко-

тором будет комфортно жить его гражданам, которое будут уважать и с которым будут считаться соседи, нужно понимать, что путь к этой цели пролегает через наукоемкие отрасли. К их числу всегда относилась авиация. Каждая новая ступень в развитии отечественной промышленности на основе эффективной системы подготовки кадров будет означать подъем во всех смежных отраслях, а значит, и во всей экономике России.

«Наука и жизнь» №1, 2007
Записал Д. ЗЫКОВ.

РАКЕТОНОСЦЫ: «БЕЛЫЙ ЛЕБЕДЬ» И ДРУГИЕ

17 августа в ноль часов по московскому времени с семи аэродромов в разных частях Российской Федерации в воздух поднялись 14 стратегических ракетноносцев, самолеты обеспечения и заправщики. Таким образом, Россия возобновила воздушное патрулирование в основных регионах мира. И хотя администрация Джорджа Буша призвала не драматизировать ситуацию с возобновлением полетов российских ракетноносцев, выразив мнение, что никакой угрозы для безопасности США в этом нет, а официальный представитель Госдепа вообще с издевкой заметил, что «если России захотелось достать часть старых самолетов из нафталина и снова поднять их в воздух, то это ее дело». Тем не менее полет российских «стратегов» приковал к себе внимание всего мира. И большинство правильно поняло: Россия уже открыто заявляет о своих геополитических интересах и намерена последовательно отстаивать их.



Как свидетельствуют документы, ещё в начале 50-х и вплоть до 1960 года не только вдоль границ СССР, часто нарушая их, но даже над Москвой на недосягаемой, как тогда казалось, высоте пролетали американские самолеты. Считалось, это самолеты-разведчики. Что потом и подтвердилось, когда над Уралом был сбит У-2, управляемый летчиком Пауэрсом. Но есть сведения, что залетали на советскую территорию и стратегические бомбардировщики В-29, способные нести ядерное оружие. Еще в 1949 году, когда США стали окружать

СССР сетью авиабаз с носителями ядерного оружия, Сталин, понимавший, что созданная к тому времени советская атомная бомба не решит проблемы достижения паритета, если нет средств доставки, потребовал от авиационных конструкторов дать сверхдальний бомбардировщик.

И с началом 50-х, когда США форсированными темпами вели работу по созданию стратегического межконтинентального бомбардировщика В-52 «Стратофор-гресс», в КБ Туполева создавался стратегический межконтинентальный бомбарди-

ровщик Ту-95 с турбовинтовым двигателем.

Впервые Ту-95, получивший в НАТО кодовое обозначение «Медведь», поднялся в воздух в 1952 году. А уже в 1956 году эти «медведи» начали поступать в полки дальней авиации. Вооруженные обычными и ядерными бомбами, они приступили к несению боевого дежурства. К концу 50-х годов советские стратегические бомбардировщики освоили арктические аэродромы, научились приземляться и взлетать с так называемых аэродромов подскока, тем самым многократно увеличив радиус своего действия. К тому времени в ВВС СССР уже находилось до 200 «стратегов». И хотя на территории Беларуси Ту-95 не базировались, но во время учений они не раз приземлялись на аэродромах в Бобруйске, Барановичах, Орше, Мачулищах.

В 1959 году, когда американцы сообщили о мировом рекорде дальности полета по замкнутой кривой (14450 км), установленном их военными летчиками на В-52, советские летчики на самолете Ту-95 под командованием полковника Юрия Павлова, взлетев с аэродрома в Узине, прошли Ростов, Баку, Ташкент, Алма-Ату, вышли на озеро Байкал, затем по Лене в Арктику и, отбомбившись на полигоне недалеко от Тикси, через Кольский полуостров, Саратов, Горький, Смоленск, Беларусь вернулись в Украину, на свой аэродром в Узине. Самолет пробыл в воздухе более 21 часам прошел расстояние около 17 тысяч километров.

Советские стратегические бомбардировщики за послевоенный период фактически так ни разу и не участвовали в боевых действиях, не считая единственного налета на высокогорный Афганистан. Американцы же старались задействовать своих «стратегов» во всех войнах, которые они только вели: в Корее, Ираке, Югославии, Афганистане и снова в Ираке. Но особенно активно они использовали их во время войны во Вьетнаме. Там они потеряли 29 этих летающих махин, каждая из которых стоит более миллиарда долларов.

Сегодня мало кто помнит, что среди когорты космонавтов-иностранцев — кубинца, немца, монгола, поляка, болгарина, летавших на советских космических кораблях, — был и вьетнамец Фам Туан. Еще меньше людей знает, что, будучи летчиком-истребителем, он сбил американский бомбардировщик Б-62. А случилось это так: в конце 1972 года вьетнамцы на лодках, на буйволах и даже в походных вещмешках доставили в разобранном ви-

де советский истребитель МиГ-21 на один из аэродромов в джунглях. После его сборки при помощи порохового ускорителя истребитель взмыл в небо. И в то время, когда американская стратегическая эскадра, еще не набрав высоты, выстраивалась для бомбежки Северного Вьетнама, Фам Туан врезался в строй противника и, сбив «летающую крепость» Б-52, немедленно приземлился.

Несмотря на то, что Ту-95 неоднократно проходит модернизацию, он остается лучшим бомбардировщиком в своем классе, оснащенным самым мощным в мире турбовинтовым двигателем, но новое время требует новых самолетов. И вскоре в Советском Союзе появляются турбореактивные красавцы бомбардировщики Ту-160 с изменяющейся геометрией крыла. По ударной мощи им нет равных. В соответствии с натовской классификацией его окрестили «Блэк Джек». Российские же летчики за белоснежную окраску и удивительную красоту полета называют Ту-160 «белым лебедем» (на снимке). По многим параметрам Ту-160 превосходит не только В-52, но и новейший американский ракетоносец стратегической авиации США В-1В. Во время первой иракской войны американцы, помимо В-52, задействуют и В-1. А в 1999 году в налетах на Югославию они используют уже В-2, изготовленный с использованием сверхсекретной технологии «Стеле». Именно этот бомбардировщик сбросил тогда бомбы на китайское посольство в Белграде. Но особенно активно используют американцы свою стратегическую авиацию в Афганистане. С 2003 года они нанесли по этой стране более 2100 авиаударов, круша высоченные горы или, как утверждает их командование, «бетонные укрепления талибов». Попутно, конечно же, достается и афганским городам, но об этом американцы стараются не распространяться.

Недавно стало известно, что в дополнение к подводным лодкам, крейсерам и авианосцам, оснащенным ядерными реакторами, в США пытались создать и атомный бомбардировщик. Еще в 1946 году по заказу Пентагона конструкторы приступили к созданию такого самолета. Главным препятствием стал исполинский вес новой энергетической установки. Реактор вместе с топливом и биологической защитой экипажа весил не менее 300 тонн. Тем не менее попытки создания атомного бомбардировщика продолжались до 1961 года, пока Кеннеди не положил им конец. К

тому времени в это безнадежное дело США вбухали около 7 млрд. долларов.

Как это не покажется странным, но через десять лет американцы вновь вернулись к идее создания атомного самолета. Фирма «Локхид» на базе серийного С-5 решила создать гигантский транспортный самолет с ядерной энергетической установкой. И снова ничего не вышло. Казалось бы, все. Пора остановиться.

И действительно, с распадом СССР Российская Федерация в одностороннем порядке прекращает полеты своей стратегической авиации. Это касается не только отдаленных зон Мирового океана, но и воздушного пространства России. Более того, из 35 выпущенных к тому времени новейших ракетоносцев Ту-160, 19 самолетов остаются на территории суверенной Украины. Это не считая значительного количества Ту-95 и других дальних бомбардировщиков. Под нажимом американцев большинство этих боевых машин, в том числе 11 самолетов Ту-160, отправляют на утилизацию. Лишь 8 из них после долгих переговоров Россия возвращает назад.

Кстати, во время той варварской «утилизации» стратегические бомбардировщики уничтожались и в России. Начиная с 1991 года на семи военных аэродромах государств СНГ на металлолом было пущено 109 стратегических бомбардировщиков. Тогда же с трех аэродромов Беларуси в Энгельс, где находится крупнейшая база стратегической авиации, прилетело 92 российских бомбардировщика Ту-22. 63 из них были поставлены на временное хранение. Остальные, как «выяснилось», выработавшие установленный ресурс, также пошли под нож. Оказались там и самолеты из Быхова, где на одном из самых больших аэродромов в Европе дислоцировалась дивизия стратегических бомбардировщиков Балтийского флота. Самолеты этой дивизии, в 1941 году летавшие на Тегеран, бомбившие Берлин и военные заводы в

глубине Германии, в середине 90-х годов покинули Быхов. Тогда же в Россию было вывезено и ядерное оружие, бомбы и ракеты, которые в случае необходимости могли доставить эти бомбардировщики в любую точку Европы.

По данным Стокгольмского международного института исследования мира, сегодня у России 78 стратегических бомбардировщиков: 64 — Ту-95 МС 6 и Ту-95 МС 16, которые, помимо обычного бомбового вооружения, несут соответственно по 6 и 16 крылатых ракет, а также 14 — Ту-160, взлетающих с 12 крылатыми ракетами большой мощности, снаряженных ядерными боевыми зарядами. В конце 2003 года один из ТУ-160, выполняя техническое задание, потерпел катастрофу под Саратовом. Все 4 члена экипажа под командованием подполковника Дейнеко погибли.

По данным того же СМИИМ, у американцев сегодня 194 стратегических бомбардировщика: 88 — В-1, 85 — В-52 и 21 — В-2. И когда российские стратегические бомбардировщики в 1992 году прекратили боевое патрулирование, американская стратегическая авиация не последовала их примеру и не прекратила полеты своих В-52, В-1, В-2 ни на один день. По данным российской разведки, в настоящее время около 25 процентов стратегической авиации США сосредоточено на передовых аэродромах в готовности решать задачи в любой точке мира. Так что осуществление воздушного патрулирования российскими ракетоносцами акватории Атлантического и Тихого океанов, а также и других регионов, где, как сказал командующий 37-й воздушной армии России генерал-майор Павел Андросов, «осуществляют судоходство российские суда» вполне естественно и законно». Правда, летают российские стратегические бомбардировщики пока без оружия.

Евгений РОСТИКОВ, «Р»

ВНИМАНИЕ!

Редакция журнала сообщает: на обложке (лицевая сторона) допущена ошибка — напечатано «Республиканский межотраслевой научно-популярный и производственно-практический журнал». Следует читать «Республиканский межотраслевой производственно-практический журнал» — согласно лицензии № 02330/0131641.



Памяти Нила Николаевича Дорожкина

1927 - 2007

Из книги Н.Н. Дорожкина "Мои декабри", в которую вошли стихотворения, написанные им в разные годы в декабре.

Обессмерть себя ответом чувств

На дальние желанья не гожусь --
На долгие, пустые упоенья.
Я, полюбив, откроюсь и решусь
Мгновенно на восторг любви и пенью.

Я песнею всего себя отдам --
Мне жадность лицемерья ни к чему.
Что может быть прекрасней милых дам?
Восполнит силы Космос к январю.

Декабрь всегда насыщен силой чувств.
Проходит год, а бледен календарь.
И я стремглав, ракетой к счастью мчусь...
Восполнит все с избытками январь.

Проходят годы -- я сильней люблю,
Горит душа от женской красоты.
И песни, и свои стихи несусь,
Чтобы зажечь вам всем любви костры.

Единственная ценность для людей --
Почувствовать огонь ответных чувств.
Не надо в жизни запертых дверей
И не улыбочивых и строгих уст.

Желанию открытому поверь,
Доверься чуткой любящей душе
И по большому счету счастье мерь:
Мгновение -- и жизнь прошла уже.

11.12.94

Я хочу...

Я давно хочу с тобою спать,
Улыбаться тихо по ночам,
Раствориться, разбудить вулкан,
Сотрясать Луну и океан.
Небо звезд увидеть над собой
Так, чтоб закружилась голова
Чтобы чувства встали и стены
От смертей закрыли и огня.
Я давно хочу с тобою спать,
Только ты, как льдинка холодна.

31.12.83

Из стихотворения Танцовщица из гетто

Когда-то здесь под грозный гул стихий
Над пляшущей толпой пророкотало
Торжественное слово: -- Не убий!
Оно теперь безмолвным прахом стало.
Но не смолкает правды гневный гром,
И мысль не уступает тьме и страху...
Не тот погиб, кто пал под топором,
А тот, кто опустил топор на плаху!

Завещание

Завещаю, люди, вам трезвость и расчет
Без мещанской жмотости, взятой на учет.
Без любви придиричливой, страсти вопреки,
Без канвы надуманной строчки поведи.

Что мне взять у времени, чем платить за жизнь,
Если мне отмерена ста ступеней слизь?
На любой покатишься раздирать бока:
Нет в тебе бессмертия чудо-колобка.

Чем же ты отметишься в памяти людской?
Чем увековечишься, будешь чем живой?
Можно толстой книгою навсегда застыть,
Некой мертвой фигою формул натворить...

Пусть другие маются, думают: умен,
Только зря стараются, с самых похорон
Ордена, медали людям ни к чему,
Памятник из стали мерзнет на ветру.

Не несите в будущее трезвость и расчет,
Молодость ликующая опыт отшвырнет.
Что же делать с жизнью нам? Разум, подсажи,
Чтобы не бесплодными были ее дни!

Почему-то хочется каждому считать:
В виде исключения родила их мать.
Мне их уговаривать, право, недосуг;
В виде исключения родила мать двух.

Научная библиотека

кто сомневается, так же и меня,
жизни мается в поисках себя.
аю, люди, вам трезвость и расчет
мещанской жмотости, взятой на учет.

11.12.77

Любимый город

Памятник
Адаму Мицкевичу,
ул. Городской вал



Фонтан
"Мальчик с лебедем",
Александровский сквер



Городская ратуша