

ИНЖЕНЕР-МЕХАНИК

Республиканский межотраслевой
научно-технический
и производственно-экономический журнал



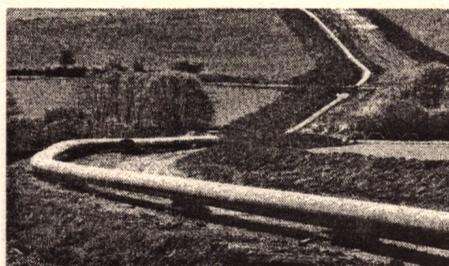
Разработки

*Физико-технического института
Национальной академии наук Беларуси*

Разработаны основы теории добротности и/или работоспособности конструкционных сталей при длительном (до 50 лет) воздействии квазистатических и циклических полей напряжений (уровень нагружения $(0,5 \div 0,7) \sigma_{02}$) на основе нелинейной механики накопления рассеянной поврежденности.

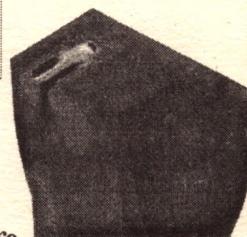
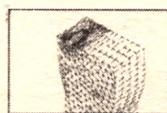


Головная организация РБ по магистральным газо-, нефте-, продуктопроводам и сосудам, работающим под давлением (Постановление Проматомнадзора МЧС №7-2 от 29.09.95г.)



Анализ текущего технического состояния магистральных трубопроводов по результатам внутритрубной диагностики.

Компьютерные расчеты прочности и эксплуатационной надежности трубопроводов и сосудов давления в зоне фактических дефектов.



Расчет остаточного ресурса и параметров эксплуатации высоконагруженных стальных конструкций, в т.ч. магистральных газо-, нефте- и продуктопроводов и сосудов давления.

№ 1 (10)
ЯНВАРЬ — МАРТ
2001 г.

Продолжение
на 4-й стр. обложки.



**Выбор -
за вами!**



Стр.

*Творцы и вехи науки
и техники Беларуси*

*К 70-летию
Физико-технического
института НАНБ* 1-11

*К 100-летию
академика
Н.С.Акулова*

**МАГНИТИЗМ
В НАУКЕ
И В ЖИЗНИ** 12

Знай наших!
**ЛАУРЕАТ
НОБЕЛЕВСКОЙ
ПРЕМИИ -
ГОРДОСТЬ РОССИИ
И БЕЛАРУСИ** 14

К 80-летию БГПА 16-22

*Международная
научная конференция* 27-28

Юбилей
**ИСКУССТВО
ПОКОРЕНИЯ** 29

Разработки БелОМО 30

Семинары 32-42

Белорусы в Риме 42

Мнение ученых
**СЮРПРИЗЫ
АЛЬТЕРНАТИВНОГО
МОТОРНОГО
ТОПЛИВА** 43

*Надежность
оборудования* 46

А вы знали?
**БЕЗ ВЕСУ, БЕЗ МЕРЫ
НЕТ И ВЕРЫ** 48

Новый век - век прогресса

Сегодня, на пороге третьего тысячелетия и XXI века уместно бросить беглый взгляд на века минувшие и помечтать о веке грядущем. Не повторяя всем известных истин о веках пара, электричества, компьютеров, хочется отметить несколько моментов, которые дали сильные толчки для внедрения в практику достижений научно-технического прогресса.

В конце XIX века к открытию Всемирной парижской выставки была возведена Эйфелева башня. Ее историческая ценность в том, что она стала одним из первых сооружений, прокладывающих широкий путь металлу в строительство и машиностроение взамен дерева, камня и кирпича. Для контраста вспомним, что первые паровые машины ходили с деревянными паровыми котлами. Необходимо отметить, что только за период между двумя мировыми войнами прочность стали увеличилась в ...10 раз, а чугуна – в 7 раз.

XX век открыл дорогу композитным материалам, обладающим невиданными до сих пор качествами (удельной прочностью, электропроводностью и др.), позволившим конструкторам создавать фантастические машины и системы типа космических и подводных кораблей, ЭВМ, медицинской техники.

Благодаря этому и новейшим технологиям удалось готовить необыкновенно прочный бетон и из него построить самое высокое, более-полукилометра, сооружение в мире – Останкинскую башню. Это чудо техники в прошлом году прошло суровейшее испытание и вопреки предсказаниям скептиков устояло от напора огня.

Когда-то Жюль Верна спросили:

- Верите ли вы, что ваши фантазии когда-нибудь сбудутся?

На что он ответил:

- Если нашелся чудак, который написал эти фантазии, то найдется и другой чудак, который их осуществит!

Практически все фантазии Жюль Верна уже осуществлены.

Самые революционные открытия ученых, как правило, лежат на совершенно неизведанных путях. Чем смелее идет мысль ученого, тем больше надежды на успех. Среди ученых с легкой руки гениального физика Нильса Бора даже появился особый “закон безумности”, который утверждает, что действительно новая научная идея должна быть достаточно “безумной”, чтобы быть верной, т.е. она не должна восприниматься как очевидная.

В то же время инженер не всегда рискнет доверяться такому экстравагантному закону – слишком велика его доля ответственности за нормальную работу своих творений. Он обязан оглядываться на традицию, твердо стоять на почве опыта предшествующих поколений инженеров, что гарантирует его от промахов и катастроф.

Однако в погоне за надежностью инженер может впасть в рутину. И лишь вмешательство науки уводит технику с устоявшихся рельсов.

Физик Д.Д. Томсон – открыватель электрона сказал: “Исследование в прикладной науке приводит к реформам, исследование в чистой науке приводит к революции”.

(Окончание на стр. 7)

Республиканский межотраслевой научно-технический и производственно-экономический журнал

Издается с июня 1998 года. Выходит один раз в три месяца

Учредитель - Белорусское общество инженеров-механиков

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

Главный редактор академик НАНБ С.А. АСТАПЧИК

Редакционная коллегия: М.С.ВЫСОЦКИЙ, Ю.С.ВЫСОЦКИЙ - заместитель главного редактора, А.Б.БЕГОВ, Д.И.КОРОЛЬКОВ, С.М.КРАСНОВСКИЙ, Г.С.ЛЯГУШЕВ, М.Г.МЕЛЕШКО, И.А.СОЛОДУХА, В.Г.ЧВЯЛЕВ, К.Г.ЧЕСНОВИЦКИЙ, В.А.ШУРИНОВ

К 70-летию
ФТИ
НАНБ

НАУКА ОБЯЗАНА ОПЕРЕЖАТЬ ЗАПРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА

Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси - старейший (ведущий) научно-исследовательский центр Республики Беларусь в области материаловедения и технологий металлообработки, подготовки научных кадров. В марте текущего года ему исполняется 70 лет.

В его стенах работали и работают известные ученые: академики и члены-корреспонденты, доктора и кандидаты наук.

Сотрудниками Института издано более 130 монографий, получено свыше 1500 авторских свидетельств и более 140 патентов. Институт награжден Орденом Трудового Красного Знамени. Разработки Института удостоены 18 золотых, 55 серебряных и 45 бронзовых медалей ВДНХ СССР, 2 золотых медалей и Почетного диплома зарубежных выставок и ярмарок, сотрудники - Государственной премии СССР и 10 Государственных премий БССР в области науки и техники. На протяжении своей истории поддерживал контакты с научно-исследовательскими учреждениями США, Европы, Китая, России и Украины.

За 70-летнюю историю своего существования в системе Национальной Академии наук в ФТИ разработаны методы фотопластичности и муаровых полос (академики Губкин С.И. и Бойко Б.Б., Добровольский С.И. и др.), теория ферромагнетиков (академик Акулов Н.С.), основы теории, технология и оборудование для поверхностно-пластического деформирования (академик Коновалов Е.Г., Дривотин И.Г., Пятосин Е.И. и др.



С.И. Губкин

Сотрудниками Института издано более 130 монографий, получено свыше 1500 авторских свидетельств и более 140 патентов. Институт награжден Орденом Трудового Красного Знамени. Разработки Института удостоены 18 золотых, 55 серебряных и 45 бронзовых медалей ВДНХ СССР, 2 золотых медалей и Почетного диплома зарубежных выставок и ярмарок, сотрудники - Государственной премии СССР и 10 Государственных премий БССР в области науки и техники. На протяжении своей истории поддерживал контакты с научно-исследовательскими учреждениями США, Европы, Китая, России и Украины.

*Станислав Александрович
АСТАПЧИК,
директор Физико-
технического института,
академик НАНБ*

- Госпремия БССР, 1974г.), электроимпульсной обработки (академик Чачин В.Н., доктор технических наук Мицкевич М.К., Скрипниченко А.Л., Здор Г.Н. и др. - Госпремия БССР, 1980г.), поперечно-клиновой прокатки (Щукин В.Я., доктора технических наук Макушок Е.М., Клушин В.А., Садко В.И. и др. - Золотая медаль ярмарки в г. Пловдив, НРБ, 1981г., Госпремия БССР, 1984г.), ультразвуковой обработки (академики Северденко В.П., Степаненко А.В., Клубович В.В. и др. - Госпремия БССР, 1984г.), холодной объемной штамповки (Алифанов А.В.,

доктора технических наук Белый А.В., Калиновская Т.В. - Госпремия БССР, 1988г.), нанесения плазменных покрытий (доктор технических наук Мрочек Ж.А., Василевский И.Н. - премия СМ БССР, 1990г.), научные основы, технология и оборудование для производства высококачественного алюминиевого литья (академик Горев К.В., Пархутик П.А. - Госпремия БССР, 1978г.), скоростного термического упрочнения сталей и сплавов (академик Астапчик С.А. и др. - Госпремия СССР, 1986г.), получения гетерогенных материалов методами электротермии (чл.-корр. Бодяко М.Н., чл.-корр. Гордиенко А.И., Ивашко В.В., Дымовский А.С. и др. - Госпремия БССР,

1988г.), получения высококачественных отливок (академик Анисович Г.А., доктор технических наук Марукович Е.И. - Госпремия БССР, 1990г.).

Мы были не только свидетелями, но непосредственными участниками - рядовыми тружениками науки, героического и по своему прекрасного времени, когда в короткий отрезок двух десятков лет с 1960 г. по 1980 г. страна осуществила прорыв по пути прогресса, науки и образования, для которого в нормальных условиях тре-



НА СНИМКЕ: П.М.Машеров, В.Н. Чачин, Е.И.Пятосин (справа налево)

буется столетие; люди побывали в космосе и на луне, произошла революция в области химии и металлургии, медицины и биологии, информационных технологий; микроэлектронике и связи.

За эти годы в стенах института побывали П.М. Машеров, руководители союзных и республиканских министерств, АН СССР (академики Александров, Патон; министры общемаша Бахарев, станкинпрома Костоусов и др.); десятки делегаций союзных республик, специалистов ФРГ, Японии, Италии, Финляндии, Китая, Болгарии, Чехословакии, Польши и др.

Практически невозможно назвать в Белоруссии ни одного круп-



НА СНИМКЕ: П.И. Ящерицын (справа) и бывший министр станкостроительной промышленности СССР А.И. Костоусов (в центре).

ного предприятия машиностроительного профиля, где бы не были внедрены разработки, технологии и оборудование Физико-технического института НАНБ. Невозможно назвать все регионы, вузы и предприятия, где бы не работали профессора, доценты, инженеры - выходцы Физтеха. Москва, Ленинград, Смоленск, Курск, Липецк, Куйбышев, Ярославль, Рыбинск, Воронеж, Нижний Новгород, Саранск, Киев, Днепропетровск, Запорожье, Азов, Львов, Ташкент, Казань-Лык, Толбухин, ряд городов других стран стали их новыми адресами. За всю послевоенную историю Национальной Академии наук более половины членов отделения физико-технических наук - выходцы из Физико-тех-

нического института. В сегодняшнем составе ОФТИ НАНБ из 13 академиков - 7 физтеховцев: Г.А. Анисович, С.А. Астапчик, А.В. Степаненко, А.А. Михалевич, В.В. Клубович, П.П. Прохоренко, П.И. Ящерицын. Коллективу ФТИ повезло на научных лидерах, которые умели зажечь коллективов новыми идеями, никогда не подавляли творческой и организационной инициативы, были в меру объективны и демократичны в широком смысле этого слова. Среди коллектива практически не было смуты и сведения клановых и личных счетов, не было гонений и преследований. Здесь всегда культивировался дух государственных интересов, которые во все времена ставились выше личностных, и те многочисленные знаки отличия и почета от имени Правительства - орден Трудового Красного Знамени, переходящие союзные и республиканские Красные знамена, Почетные Грамоты

Верховного Совета БССР - это объективная оценка государством заслуг старейшего коллектива НАН Беларуси.

В жизни так устроено, что каждый юбилей, будь-то личности или организации, подводит итог пройденного пути, чтобы не забывали хорошее потомки, чтобы не повторяли досадных ошибок прошлого. Жизнь, ее ценности, ориентации, идеалы непрерывны. Мы надеемся, что все, что сотворил коллектив ФТИ за 70 лет,



Обсуждение плана совместных работ. НА СНИМКЕ: академик М.С.Высоцкий, секретарь НТО «Машипром» А.Б.Евстафьев и академик С.А.Астапчик.

не исчезнет бесследно, и с надеждой и оптимизмом смотрим вперед. Жизнь продолжается.

К 70-летию
ФТИ
НАНБ

ПОКОРИТЕЛИ ТВЕРДИ

В первые послевоенные годы для восстановления народного хозяйства строились десятки новых промышленных предприятий, остро требовались квалифицированные специалисты и серьезные научные исследования по всем техническим направлениям.

В русле этого «социального заказа» в 1947 году был восстановлен основанный в марте 1931 года Физико-технический институт (ФТИ) АН БССР, практически положивший нача-



И. ДОБРОВОЛЬСКИЙ,
доцент,
кандидат
технических наук,
БГПА



Г. ЗДОР,
профессор,
доктор
технических
наук,
ФТИ НАНБ

ло физико-техническому отделению Национальной академии наук республики. В 1948 г. в Белоруссию из Москвы был приглашен видный представитель отечественной металлургической науки, профессор, доктор химических наук Сергей Иванович Губкин, возглавлявший кафедру обработки металлов давлением Московского института цветных металлов и золота, и одновременно работавший заместителем директора по научной части Института металлургии Академии наук СССР. Он избирает-

ся действительным членом академии наук БССР и директором Физико-технического института АН БССР. Он явился инициатором создания кафедры «Машины и технология обработки металлов» (МИТОМ) Белорусского политехнического института и до 1953 года продолжал руководить отделом обработки металлов давлением (ОМД) Института металлургии АН СССР, что позволило ему не только координировать общую научную работу в области ОМД в Советском Союзе, но и точно направлять текущие научные исследования в Белоруссии в этой области.

В мае 1949 года состоялся первый выпуск инженеров-механиков механического факультета БПИ. Их было всего пять человек, отобранных С.И. Губкиным из

следований и развития науки о пластическом деформировании металлов, теории ОМД в ФТИ в 1955 году была создана лаборатория пластичности, которую с 1959 г. по 1970 г. возглавлял академик АН БССР В.П. Северденко, а после него М.И. Калачев, известный ученый в области деформационного упрочнения и предельного состояния металлов и сплавов, здесь развивались физико-химическое, механико-математическое направление и физическая теория пластичности.

В 1968 году создана лаборатория прикладной механики. Заведующий лабораторией, доктор технических наук, профессор Макушок Е.М. углубил теорию течения металла по контактными поверхностям методом линий скольжения и

как горячее гидродинамическое выдавливание и новый эффективный способ формообразования с использованием квазижидких рабочих сред (Северденко В.П., Мурас В.С., Кантин В.Г., Суходрев Э.Ш., Кошиль В.И., Данильчик И.К., Кузнецов Г.В. и др.). Последний демонстрировался на многих выставках. Удостоен Золотой медали и Диплома Лейпцигской ярмарки, а также Диплома 1 степени, золотой, серебряной и бронзовой медалей ВДНХ СССР; поперечно-клиноватая прокатка (Макушок Е.М., Андреев Г.В., Шукин В.Я., Клушин В.А., Садко В.И., Давидович А.Н. и др.). Способ удостоен различных наград Международных и Республиканских выставок. Получил признание за рубежом. Для реализации этого способа разработаны высокопроизводительные станы и технологии: поперечно-клиноватой прокатки; деформирование с помощью сдвиговых деформаций, равноканальное угловое прессование (Сегал В.М., Резников В.И., Копылов В.И. и др.), позволяет получить металлические материалы высокой прочности с мелкозернистой структурой; точная объемная штамповка деталей сложной формы: шестерни, зубчатые колеса в штампах с разъемными матрицами (Северденко В.П., Суходрев Э.Ш., Калачев М.И., Тиманюк В.А., Молчанов П.А., Тюрин Л.Н., Анищик В.М. и др.); способ получения деталей сложной формы объемным деформированием жидкостью высокого давления (М.И. Калачев, Н.И. Юрьев).

Кроме того, большое внимание уделено изучению ресурса пластичности и вопросам максимального использования прочностных ресурсов.

Представляют интерес исследования по выявлению закономерностей формирования структуры в объеме и на поверхности деформированного материала.

Выполнен комплекс исследований по структурообразованию при дробной прокатке



НА СНИМКЕ: обсуждение результатов эксперимента. Сидят слева направо: к.т.н. Лапицкий В.И., к.т.н. Мурас В.С., академик Северденко В.П., к.т.н. Калачев М.И., стоят слева направо: к.т.н. Кантин В.Г., к.т.н. Грибовский В.К., к.т.н. Антонишин Ю.Т., Заприварин В.К., к.т.н. Элимелак С.З.

числа выпускников по специальности «Технология машиностроения» (Коженкова Т.Н., Костюкович С.С., Миткевич С.П., Мицкевич М.К., Павловский С.Д.). Этот выпуск положил начало новой кафедре – МИТОМД – настоящей кузнице инженеров, а ее родоначальники стали крупными учеными.

Для проведения научных ис-

напряженно-деформированного состояния в очаге деформации.

Сотрудниками этих лабораторий созданы ряд новых технологических процессов пластической обработки металлов, разработаны теоретические основы напряженно-деформированного состояния обрабатываемых материалов, найдены наиболее эффективные способы обработки, такие

(В.П.Северденко, Л.И. Гурский).

Разработаны технологии получения высокопрочных армированных композиционных материалов методом ОМД в виде профилей, прутков. Эти технологии рекомендованы для промышленного производства (В.П. Северденко, В.Н. Чачин, А.С. Матусевич, И.Х. Чугаев, А.Г. Бакаев и др.).

Перечисленные разработки института нашли широкое применение на многочисленных заводах Белоруссии, России, Украины, на многих предприятиях авиационной, автомобильной и тракторной промышленности.

Академиком Чачиным В.Н. и его учениками в 70-80 годах разработаны научные основы нетрадиционных технологий импульсной штамповки и конструкции ударных прессов, работающих на электрической энергии и энергии сжатого газа. Эти способы обработки получили признание на авиационных заводах, предприятиях оборонной и приборостроительной промышленности.

Трудами С.И. Губкина были заложены основы белорусской школы инженеров кузнечно-штамповочного производства. Выпускники кафедры БПИ и аспиранты и по настоящее время с честью несут имя «губкинцев». Под его крылом росли научные работники и преподаватели высшей школы, бывшие фронтовики: Барановский М.А., Кореняко Н.Ф., Юркштович НА., Молосаев И.П., Кардович Б.И., Казаченок В.И., Бельский Е.И., Макушок Е.М., Чайка В.А., Вербицкий Е.И., Булах В.Н. Эта плеяда учеников С.И. Губкина провела окончательную доработку его рукописи 3-хтомной монографии «Пластическая деформация металлов», начатую Сергеем Ивановичем еще в 1946 г. и явившуюся итогом его многолетнего труда в области теории пластичности и практики пластического деформирования. По тематике С.И. Губкина в ФТИ работали Добровольский С.И., Бойко Б.Б. и др.

Традиции свои предшественников С.И. Губкина и В. П. Северденко продолжил профессор Александр Васильевич Степаненко, заведовавший кафедрой в 1975-1990 годах и пополнившие ее И.Н. Мехед, В.С. Пашенко, П.С. Овчинников, И.Г.

Добровольский, Е.Б. Ложечников, М.В. Логачев. Рос коллектив, рос и его руководитель, ставший академиком Национальной академии наук, лауреатом государственной премии и Заслуженным деятелем науки и техники БССР, проректором БПИ по учебной, а затем и по научной работе, вице-президентом АН БССР. Крупный ученый в области обработки металлов давлением, он и теперь свою работу в качестве заведующего отделением пластичности ФТИ НАНБ совмещает с преподавательской и научно-исследовательской работой на кафедре.

После избрания А.В. Степаненко вице-президентом АН БССР и перехода его на работу в ФТИ НАНБ кафедру возглавил в 1990 г. его ученик, доктор технических наук Исаевич Леонид Александрович. Кафедра на протяжении ряда лет занимает ведущее место в БГПА по учебной и научной работе, ведет научно-исследовательскую тематику, продолжает пополнять отряд белорусских специалистов.

Среди выпускников кафедры член-корреспондент НАНБ, лауреат Государственной премии СССР Онегин Е.Е. (бывший генеральный директор «Планара»), к.т.н., лауреат Государственной премии СССР Санчуковский А.А. (бывший генеральный директор НПО «Горизонт»), д.т.н. Сегал В.М. и Горелик А.Г., лауреаты Государственной премии



НА СНИМКЕ: заседание секции НТО. Слева направо: академик Степаненко А.В., академик Белый В.А., ректор МВТУ им. Баумана до 1985 года Колесников К.С.

СССР Узилевский В.С. и Харитонович М.В.

В том же перечне также руководители крупных научных подразделений (проф., д.т.н., лауреат Государственной премии БССР Дорошкевич Е.А. - генеральный директор ГНП концерна порошковой металлургии, д.т.н Махнач В.И. - заместитель генерального директора научно-исследовательского объединения «Кибернетика» НАНБ) и производственных коллективов (Гуринович В.А. - генеральный директор ПО «БелАвтоМАЗ»; Поух М.И. - президент концерна «Белместпром»; Захарченко В.И. - главный инженер КЗТШ г. Жодино; Полойко О.К. - директор НПП «Прогресс»; Язвинский А.С. - директор АО «Мотовело» и др.).

Питомцы кафедры трудятся и на высоких государственных постах: академик НАНБ Лабун В.А. является послом Республики Беларусь в Бельгии, член-корреспондент НАНБ Гурский Л.И. - ответственным работником ВАКа РБ. Понятно, что здесь всех выпускников кафедры перечислить просто невозможно.

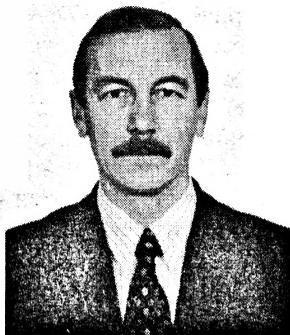
С.И. Губкин и В. П. Северденко заложили принципы деятельности, которые позволили кафедре «Машины и технология обработки металлов давлением» БГПА до настоящего времени оставаться одной из ведущих кафедр по этой специальности на всем пространстве стран СНГ.

К 70-летию
ФТИ
НАНБ

ЛОВИМ МИКРОНЫ, УТЮЖИМ «МОРЩИНЫ»...

Глубокое и всестороннее развитие работы в области механической обработки материалов получили с приходом в ФТИ в 1955 г. Евмения Григорьевича Коновалова. Он был приглашен из Ленинграда, организовал и возглавил лабораторию новых методов обработки материалов (НМОМ). Диапазон научных интересов Е.Г. Коновалова был чрезвычайно широк, но он всегда был тесно связан с запросами и нуждами промышленности. Его труды изложены в 9 монографиях и более чем 350 статьях, под его руководством выполнено 64 докторские и кандидатские диссертации, заложившие основу технологической науки в республике.

Развивая теорию формообразования с применением теории множеств и топологии, академик АН БССР Е.Г. Коновалов предложил единую классификацию различных технологических процессов механической обработки, которая может служить критерием для опре-



В. ЛЕБЕДЕВ,
начальник лаборатории
ФТИ НАНБ

ботки материалов, использующих для формообразования поверхностей деталей механическую, акустическую, электрическую и магнитную энергию. Первыми научными направлениями в лаборатории были:

- исследование процессов трения и образования окисных пленок при резании металлов, движение жидкости по капиллярам под действием ультразвука (Н.Н. Германович);

- динамика осциллирующего резания (А.В. Борисенко);

- протягивание со свободным выходом стружки (И.Г. Дривотин);

- ротационное дорнирование (И. С. Лобачевский);

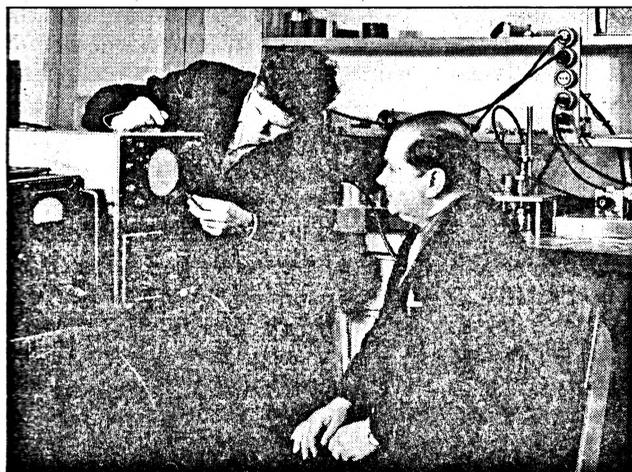
- обработка поверхностей пластическим деформированием (Е.И. Пятосин);

- вибрационное шлифование твердых сплавов (В.Н. Чачин).

Проводился также ряд теоретических и экспериментальных работ по проблеме физики твердого тела, связанных с изучением

влияния различных полей на физико-механические свойства материалов, разработке методов и аппаратуры для исследования прочности материалов в ультразвуковых и магнитных полях, исследованию влияния ультразвука на эксплуатационные свойства инструментальных материалов, акустической эмиссии металлов и т.д. Наиболее выдающейся работой Евмения Григорьевича является сделанное им первое в Белоруссии открытие об интенсификации движения жидкости по капилляру при воздействии на стенки последнего ультразвуковых колебаний.

В результате исследований механики трения при резании в лаборатории НМОМ была теоретически подтверждена и экспериментально доказана возможность замены трения скольжения в контактных зонах режущего инструмента с обрабатываемой поверхностью на трение качения. На этой основе разработан новый процесс механической обработки - ротационное резание (РР) (Кулешов В.А., Сидоренко В.А., Тараканов И.А.). Способ РР принципиально изменяет механику и физику взаимодействия инструмента с обрабатываемой поверхностью. При непрерывном вращении режущего лезвия в процессе снятия стружки последовательно участвует вся режущая кромка (имеющая длину до 180 и более мм), значительно уменьшаются силы трения и температура в зоне резания и тем самым повышается стойкость инструмента, формируется высококачественный поверхностный слой деталей. Учеными ФТИ создан ряд схем и конструкций ротационного инструмента для точения, фрезерования, растачивания при которых в отличие от традиционного резания стойкость инструментов повышается в 20-100 и более раз при одновременном увеличении производительности обработки в 2-5 раз. В развитие и внедрение в производство ротаци-



НА СНИМКЕ: академик Е.Г.Коновалов в лаборатории..

деления уровня технологии, а также основой для создания принципиально новых методов обработки материалов. На этих принципах коллектив лаборатории НМОМ под его руководством создал научные и технологические основы ряда новых методов механической обра-

онного инструмента значительный вклад внесли сотрудники института Борисенко А. В., Гик Л. А., Найденышев Е. М., Лебедев В. Я., Пашкевич М. Ф., Подрезенков В. В., Серебряков Е. А., В. А. Сидоренко, Соусь А. В., Терикова Л. Г., Шатуров Г. Ф. и др.

Инструмент для РР нашел применение в ряде отраслей промышленности и особенно успешно и широко внедрен в электротехнической промышленности при обработке магнитопроводов (роторов и статоров) электрических машин. Технология ротационной обработки роторов и статоров уже к 1974 г. была внедрена на 23 заводах отрасли при изготовлении электродвигателей общепромышленного применения, высокочастотных преобразователей, тяговых, погружных и бытовых электродвигателей. Значительный экономический эффект получен за счет повышения до 1% КПД электродвигателей, увеличения производительности труда и стойкости инструмента.

Способ РР внедрен на операциях чистовой обработки крупногабаритных валов и труб, деталей энергетических установок из конструкционных и нержавеющей сталей, замков турбинных лопаток из жаропрочных сплавов, композиционных стеклопластиков, дальнейшее развитие получило применение ротационного инструмента в электротехнической промышленности (Лебедев В. Я., Мелехин Ю. В., Подрезенков В. В.). Высокая размерная стойкость ротационного инструмента обеспечили успех при чистовой обработке каландровых валов, ножевой гарнитуры дисковых и конических мельниц, применяемых при переработке целлюлозы и другого сырья в бумагоделательном производстве. Достижения белорусских ученых в этой области позволили ФТИ в 1981 г. продать лицензию на способ РР и инструмент его реализующий одному из лидеров среди финских и европейских бумагопроизводителей - фирме «Yhtyneet Paperitextaati Oy» (А/О Объединенные бумажные фабрики Юлььяваара).

Результаты исследований по проблемам РР изложены в моно-

графиях Е. Г. Коновалов, В. А. Сидоренко, А. В. Соусь «Прогрессивные схемы ротационного резания металлов» (1972) и П. И. Ящерицын, А. В. Борисенко, И. Г. Дривотин, В. Я. Лебедев «Ротационное резание материалов» (1987), многих научных статьях. Разработки ФТИ защищены более 30 патентами и авторскими свидетельствами на изобретения, удостоены Золотой медали на Лейпцигской ярмарке 1967 г., отмечены дипломами, а многие авторы медалями ВДНХ СССР.

Учеными ФТИ предложен ряд новых методов обработки, сочетающих в себе физические и механические явления, например, магнитно-абразивная обработка (МАО), при которой используется энергия магнитного поля в качестве связки для создания эластичного абразивного инструмента. Метод позволяет производить обработку поверхностей различных конфигураций до значений параметра шероховатости Ra 0,05-0,025 мкм за 20-100 секунд, съем металла составляет 0,02-0,2 мм. Высокие классы чистоты обработанной поверхности легко достигаются как на закаленных сталях, так и на вязких материалах (титан, алюминий, медь). В разработку метода МАО, его всестороннее исследование и внедрение в производство существенный вклад внесли сотрудники лаборатории под руководством докторов технических наук Ф. Ю. Сакулевича, а затем Н. Я. Скворчевского. Под их руководством в 1974-1994 г. выполнены исследования топографии магнитного поля и миграции режущих элементов в рабочем зазоре, характер и закономерности диспергирования металла, изучено влияние геометрии полюсов электромагнитных систем и смазочно-охлаждающих средств на эффективность процесса и качество обработки (Базарнов Ю. А., Калина В. Н., Кожуро Л. М., Кособуцкий А. А., Кравченко Л. Н., Кудинова Э. Н., Минин Л. К., Сергеев Л. Е., Устинович Д. Ф., Хомич Н. С. и др.). В ФТИ создана гамма станков для МАО, реализованных на многих предприятиях СССР

при финишной обработке тел вращения, плоских поверхностей, крупногабаритных валов. Результаты исследований изложены в ряде монографий, защищены более чем 30 авторскими свидетельствами СССР и патентами, отмечены медалями ВДНХ СССР.

Физико-технический институт - один из ведущих центров на территории бывшего СССР по разработке метода поверхностно-пластического деформирования (ППД). Здесь были разработаны научные основы процессов размерно-чистой упрочняющей обработки деталей машин методом ППД с использованием инструментов ротационного действия. Такая обработка повышает производительность труда; увеличивает стойкость, контактную прочность поверхностей, создает в поверхностном слое сжимающие остаточные напряжения, препятствующие развитию усталостных трещин и других дефектов. Долговечность обработанных этим способом деталей машин увеличивается в несколько раз. Разработаны технологические процессы, исследованы их кинематика и динамика, создан ряд конструкций инструментов (Е. И. Пятосин, В. В. Волчуга, Е. И. Глазунов). В 1974 г. за разработку и внедрение в производство новых высокопроизводительных инструментов для размерно-чистой и упрочняющей обработки деталей машин поверхностным пластическим деформированием сотрудники ФТИ Е. Г. Коновалов, Е. И. Пятосин, В. А. Сидоренко, И. Г. Дривотин, Г. П. Гришанович и группа работников МАЗа удостоены Государственной премии БССР в области науки и техники.

В конце 1975 г. лаборатория НМОМ реорганизована в лабораторию физики поверхностных явлений (ФПЯ) и ее возглавил академик АН БССР П. И. Ящерицын. Под его руководством получили дальнейшее развитие научные исследования по традиционным направлениям, а также начали проводиться исследования в области физико-химических проблем алмазно-абразивной обработки

(П.В. Моисеенко, В.В. Смоляк). Исследование влияния технологической наследственности на эксплуатационные свойства деталей, обработанных различными способами, выполненные в различных научных учреждениях под руководством Петра Ивановича отражены в 30 монографиях, более чем в 550 статьях, защищены 17 патентами и 150 авторскими свидетельствами.

На базе накопленного опыта и знаний в области механической обработки материалов способами ротационного резания, традиционными лезвийными инструментами и алмазно-абразивного шлифования начало формироваться новое научное направление по разработке научных и технологических основ, созданию методологии и технического оснащения для испытаний и сертификации алмазно-абразивного и лезвийного инструмента. Выполненные исследования и разработанные нормативно-методические документы позволили организовать в ноябре 1998г. в ФТИ НАН Б испытательный центр, аттестованный 23 февраля 2000г. в Национальной системе аккредитации на компетентность и техническую независимость (аттестат № ВУ/1 12.02.1.0.0368), который является единственным в республике комплексным центром по созданию новых, исследованиям и испытаниям, в том числе и серти-



НА СНИМКЕ: доктор технических наук Ф.Ю.Сакулевич и гости из Японии.

фикации традиционных режущих, алмазно-абразивных и лезвийных инструментов.

В настоящее время в лаборатории ФПЯ проводятся исследования физических явлений, изучаются закономерности контактного взаимодействия и диспергирования различных конструкционных материалов в процессах абразивной и лезвийной обработки алмазоабразивными композитами и поликристаллическими сверхтвёрдыми материалами, в том числе с активаци-

цией контактных процессов наведенными электрическими и магнитными полями, введением в контактные зоны химически активных веществ. Выполняемые исследования служат базой для разработки новых видов связующих многокомпонентных систем, создания алмазных режущих инструментов на их основе, в том числе с объемно-упорядоченной ориентацией режущих зерен, введением наполнителей с высокими абразивными или упругими свойствами, металлизацией алмазных зерен и т. д. Для чистой обработки плоских и фасонных поверхностей в лаборатории разрабатываются эластичные инструменты из полимерноабразивных волокон (щетки). Простота, высокая экологичность и экономичность такого инструмента с успехом обеспечивают ему конкурентоспособность с традиционными лепестковыми кругами, шлифованием, электрополированием и т.п. Разработанные технологические процессы и оснастка для изготовления ряда типоразмеров алмазных инструментов на органических, металлических и металлокерамических связках внедрены на ПО «Кристалл» в г. Гомеле (А.М. Кузей, В.Я. Лебедев, П.В. Моисеенко, Д.Ф. Устинович) и обеспечивают успешное развитие производства алмазных режущих инструментов в РБ.

Новый век — век прогресса

(Начало
на 2-й стр. обложки)

Научный и промышленно-производственный потенциал способен осуществить и проводит как реформы, так и революции в теории науки и практике производства. Не ударяясь в фантастические проекты, мы надеемся, что научная и инженерная мысль республики в новом веке решит и некоторые земные проблемы.

Уже вырисовываются очертания мехатронных систем в автомобильной отрасли. Шоферу надо будет сдавать экзамен на

права вождения автомобилем, а достаточно задать маршрут, скажем: г. Минск, ул. Комсомольская, 11, 4В, г. — Гомель, ул. Комсомольская 11 на электронной карте, и автомобиль с выбором самого рационального режима доставит вас по месту назначения. Во время маршрута можно за «рулем» попить кофе и даже часок-другой вздремнуть.

Комфорт в кабине трактора и комбайна не будет уступать комфорту в салоне «Мерседеса».

Расход моторного топлива на 1 л.с./час снизится в 2 раза, потери зерна при уборке урожая — в 3 раза.

Будут созданы установки по утилизации энергии брошенной на гниение древесины в лесах, а также передвижные мини-заводы по переработке на сок и сухофрукты плодов крестьянских и коллективных садов.

Полагаем, что много и других насущных вопросов требуют решения с участием ученых и инженеров.

Редколлегия «ИМ» будет благодарна всем, кто включится в решение научно-технических проблем, возникших в нашем обществе.

С новым веком, с новым тысячелетием вас!

К 70-летию
ФТИ
НАНБ

ОСТАТОЧНЫЙ РЕСУРС СТАЛЬНЫХ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*С. КРАСНЕВСКИЙ,
начальник
лаборатории ФТИ НАНБ,
кандидат технических наук*

Начиная с 1980 года в ФТИ НАНБ проводятся фундаментальные и прикладные исследования остаточной прочности и остаточного ресурса высоконагруженных стальных конструкций после длительной (20 лет и более) эксплуатации, которые включают научные [1(3), нормативно-методические [4(7) и инженерные разработки [8, 9].

Научная основа оценки и расчета остаточного ресурса представляет исследования и разработку механики накопления повреждений, моделей и критериев предельного состояния конструкции при различных видах нагружения. Основные конструкции, для которых разрабатывалось это направление, представляют собой тонкостенные цилиндрические оболочки (трубопроводы и сосуды, работающие под давлением). Учитывая, что эти объекты работают в основном в условиях квазистатического нагружения, в качестве основного повреждающего фактора принято изменение (деградация) служебных характеристик основного металла, которые определялись из испытания на растяжение и ударную вязкость, а именно: прочностных характеристик (предела текучести $\sigma_{0,2}$, предела прочности σ_B и напряжения вязкого разрыва в шейке σ_K); пластических характеристик (равномерной деформации ϵ_m и предельной деформации разрушения ϵ_K); ударной вязкости КСВ, работы зарождения трещины A_3 , работы распространения трещины A_p и температуры хрупко-вязкого перехода; удельной работы разрушения W_p ; критерия сопротивления хрупкому разрушению K_{IC} .

Известно, что процесс разрушения является многостадийным, который определяется достижением трещиной некоторых критических длин, зависящих от структу-



ры металла и уравнений баланса энергий и напряжений. Для пластичных металлов, какими являются конструкционные стали, критическим размером трещины является размер Орована:

$$l \geq l_{op} = \alpha(\gamma_{эфф} E / \sigma^2), \quad (1)$$

где l_{op} (критический размер трещины по Оровану, $\gamma_{эфф}$ - удельная поверхностная энергия образования трещины с учетом пластичности, E - модуль Юнга, σ - приложенное напряжение, коэффициент $\alpha \cong 1$).

Оценка критической трещины по Оровану в зависимости от пластичности металла дает размеры: $l_{op} \cong 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м} \div 0,5 \text{ м}$ (ожидаемые критические размеры трещины в трубных сталях).

Основным критерием сопротивления хрупкому разрушению при статическом нагружении является вязкость разрушения:

$$K = \sigma \sqrt{\pi \cdot l} \leq K_{IC}, \quad (2)$$

где l (длина трещины, K_{IC} - трещиностойкость.

Стандартизированные испытания по определению K_{IC} достаточно сложны, особенно для сталей средней прочности и достаточно высокой пластичности (трубные и котельные стали).

В ФТИ НАНБ начиная с 1985 г. разрабатывается метод определения K_{IC} по испытаниям механических свойств при растяжении гладких и надрезанных (с наведенным концентратором) образцов.

Метод основан на концепции Л. Жильмо [10], что поглощенная при деформации удельная предельная энергия W является фундаментальной характеристикой сопротивления материала разрушению. Пренебрегая энергией упругой деформации и энергией, необходимой для движения трещины, удельную предельную работу разрушения при растяжении образца можем представить в виде

$$W_p = \int_0^{\epsilon} \sigma_i(\epsilon) d\epsilon, \quad (3)$$

где σ_i - интенсивность напряжений.

Следовательно, удельную работу пластического разрушения W_p можно определить из испытаний на растяжение гладкого и надрезанного (с наведенным концентратором) образцов по кривой интенсивности напряжений (деформация сдвига (для заданной температуры и скорости нагружения).

Учитывая формулы (1), (2) и (3) и считая, что $\gamma_{эфф} = W_p \cdot L$, где L - размер зоны с предельной плотностью энергии деформации в направлении приложенного растягивающего напряжения ($L \cong 10^{-3} \text{ м}$), получим, что трещиностойкость K_{IC} может быть определена через удельную работу разрушения:

$$K_{IC} = \beta(\pi W_p L \cdot E)^{1/2} \quad (4)$$

где β - коэффициент, зависящий от граничных условий задачи.

Следовательно, трещиностойкость материала определяется единственной, но комплексной характеристикой материала - удельной работой разрушения.

Потому обосновано можно принять характеристику W_p за прогнозный параметр надежности и работоспособности материала при оценке остаточного ресурса высоконагруженных стальных конструкций.

Были проведены обширные экспериментальные исследования по влиянию длительности эксплуатации на основные механические характеристики металла стальных конструкций, а именно: сосудов, работающих под давлением, и магистральных газо-нефтепродуктопроводов. В качестве фактора, нормирующего условия эксплуатации различных конструкций, принимался безразмерный параметр нагруженности $0 \leq \omega \leq 1$ основного металла сосуда или трубопровода, который определялся выражением:

$$\omega = \frac{\sigma_i}{\sigma_{0,2}} \approx \frac{P(De-t)}{2tR_2^H}, \quad (5)$$

где P - среднее рабочее давление продукта за отработанный ресурс;

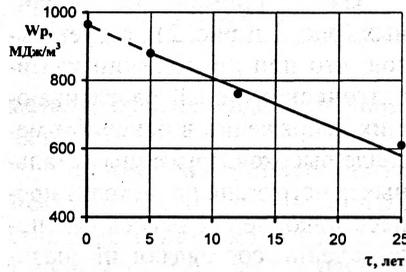
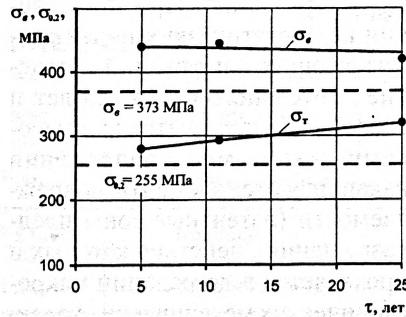
De, t - наружный диаметр и толщина стенки сосуда или трубопровода;

R_2^H - нормативный (минимальный) предел текучести металла исследуемой конструкции.

Так как известно [1], что предельная пластичность металла зависит от показателя жесткости напряженного состояния, то учитывался также и этот показатель, определяемый по выражению:

$$\sigma_* = \frac{\sigma_0}{T}, \quad (6)$$

где σ_0 - среднее напряжение;



T - интенсивность касательных напряжений.

На рис. 1 приведены результаты исследования механических свойств основного металла по вырезанным темплетам из однотипных сосудов давления, работающих в одинаковых условиях эксплуатации с различной длительностью.

Как следует из рис. 1, a характеристики прочности $\sigma_{0,2}$ и σ_B остались примерно на том же уровне, что и в начале эксплуатации, т.е. формально по классическим теориям прочности, основанным на соотношении $\sigma \leq [\sigma]_{доп.}$,

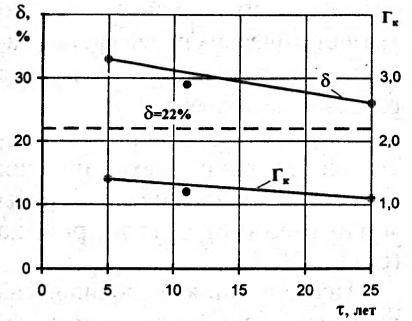
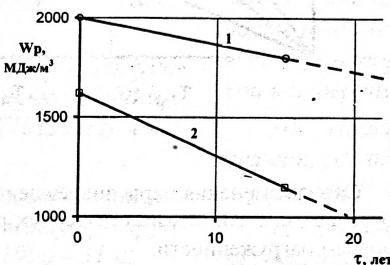
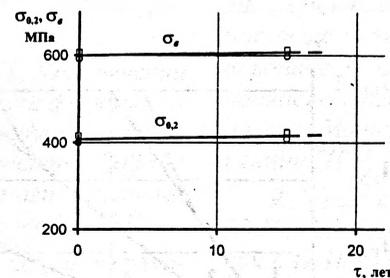


Рис. 1

Влияние длительности нагружения двухосным растягивающим напряженным состоянием $\sigma_2 / \sigma_1 = 0,5$ при уровне нагруженности $\omega = 0,32$ и показателе жесткости $\sigma_* = 1,0$ на изменение механических и вязких свойств стали 3сп:

- a - характеристики прочности;
- b - характеристики пластичности;
- ϵ - удельная работа разрушения.

сосуды сохранили остаточную прочность и даже несколько ее улучшили.

С другой стороны, пластические показатели (рис. 1, b) имеют стабильную тенденцию снижения при увеличении длительности эксплуатации как для относительного удлинения δ , так и для предельной пластичности Γ_k .

Удельная работа разрушения W_p (рис. 1, ϵ) и, следовательно, трещиностойкости также существенно уменьшается с увеличением длительности (от 5 до 25 лет) эксплуатации. Все это свидетельствует о том, что в материале в процес-

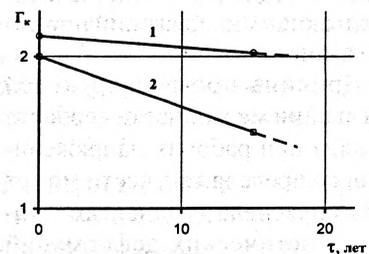


Рис. 2

Влияние длительности нагружения двухосным растягивающим напряженным состоянием $\sigma_2 / \sigma_1 = 0,3$ при уровне нагруженности $\omega = 0,64$ и показателе жесткости $\sigma_* = 0,82$ на изменение механических и вязких свойств стали 17Г1С:

- a - характеристики прочности;
- b - характеристики пластичности;
- ϵ - удельная работа разрушения;
- 1 - вдоль оси трубы;
- 2 - поперек оси трубы.

се длительного воздействия на него квазистатических полей растягивающих напряжений накапливаются рассеянные повреждения.

На рис. 2 приведены результаты исследования механических свойств основного металла трубы магистрального газопровода (сталь 17Г1С).

Исследования проводились на образцах, вырезанных в двух направлениях: вдоль оси трубы и поперек оси трубы (это направление перпендикулярно направлению прокатки листа, и в этом же направлении при эксплуатации газопровода действуют максимальные растягивающие рабочие напряжения).

Анизотропия механических свойств, изначально присутствующая в металле трубы запаса ($\tau=0$) сохранилась и усилилась в металле трубы после 15-летней эксплуатации. Закономерности изменения механических свойств соответствуют тенденциям рис.1. Прочностные характеристики $\sigma_{0,2}$ и σ_s мало чувствительны к длительности воздействия квазистатической нагрузки (рис. 2, а). Пластические характеристики (рис. 2, б) и удельная работа разрушения (рис. 2, в) имеют стабильную тенденцию к уменьшению при возрастании длительности эксплуатации, причем направление, в котором происходит наибольшая деградация механических свойств материала, совпадает с направлением действия максимальных растягивающих напряжений при эксплуатации.

Причина прогрессирующей деградации механических свойств металла при рабочих напряжениях ниже предела текучести может быть объяснена градиентами упруго-пластических деформаций на различных неоднородностях структуры (границы зерен, включения и др. несовершенства).

Фактически при нагружении реального сплава в элементе материала возникает сложный рельеф микронапряжений с высокими пиками и провалами, средняя величина которых соответствует макроскопическому (номинально-

му) напряжению. При приложении квазистатических полей растягивающих напряжений в течение длительного срока (20 лет и более) в областях металла с высокими пиками микронапряжений накапливаются элементы повреждаемости (латентные зоны предразрушения), действие которых и проявляется в деградации макроскопических механических характеристик металла.

Из экспериментальных данных (рис. 1 и рис. 2) следует вывод, что при приложении квазистатических полей растягивающих напряжений в основном металле высоконагруженных стальных конструкций происходит процесс накопления рассеянных повреждений, составляющий значительную часть общего ресурса, и предшествующий моменту образования и развития стартовой магистральной трещины, т.е. если в конструктивном элементе отсутствовала врожденная макроскопическая трещина, то образование первой макроскопической трещины является результатом накопления предельного уровня рассеянных повреждений.

В качестве меры поврежденности при длительном воздействии на металл квазистатических растягивающих напряжений принята скалярная величина

$$P(\tau) = 1 - \frac{W_p(\tau)}{W_0(\tau_0=0)}, \quad (7)$$

где $W_p(\tau)$ (поглощенная удельная работа разрушения металла для текущего момента времени эксплуатации τ ;

$W_0(\tau_0=0)$ (удельная работа разрушения металла в начальный момент эксплуатации $\tau_0=0$).

Время до исчерпания ресурса (до разрушения) $\tau_{пр}$ определим, решив обратную краевую задачу для уравнения (7) с граничными условиями: $P(\tau_0=0) = 0$; $P_{пр}(\tau_p) = 1$ [11]. Здесь значение $P(\tau_0=0) = 0$ соответствует случаю, когда повреждения отсутствуют, значение $P_{пр}(\tau_p) = 1$ соответствует уровню повреждений, при котором металл выработал свой ресурс, т.е. моменту образования макроскопической трещины.

На рис. 3 показана схема изменения меры поврежденности $P(\tau)$ в зависимости от длительности приложения нагрузки (фактически от ресурса). При построении схемы принято, что мера поврежденности возрастает по линейному закону с увеличением длительности приложения нагрузки. Скорость накопления повреждений (угол наклона прямых 1, 2, 3) определяется уровнем нагруженности, и с увеличением параметра ω скорость накопления повреждений возрастает, т.е. $\frac{\partial P}{\partial \tau} \sim \omega$ и для прямых 1, 2 и 3 параметр нагруженности по (5) будет $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$.

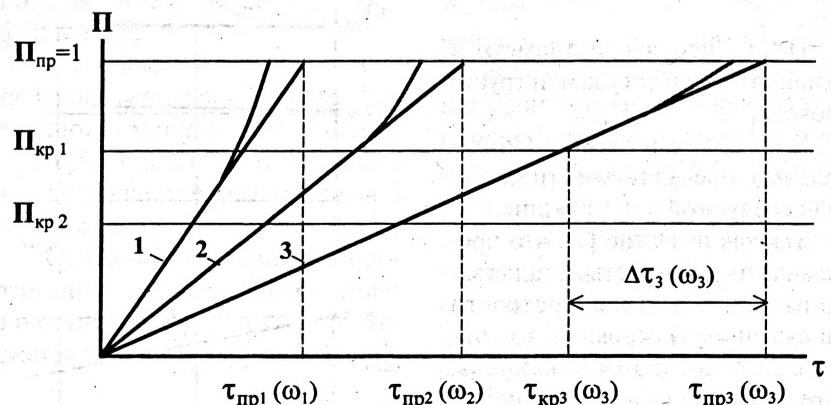


Рис.3

Схема изменения меры поврежденности в металле в зависимости от длительности воздействия квазистатических растягивающих напряжений с различным уровнем нагруженности.

УРОВНИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ

Таблица 1

Удельная работа разрушения W_p , МДж/м ³	П (накопленная поврежденность)	Конструкционная надежность металла по трещиностойкости
$2000 \leq W_p$	$0 < П \leq 0,15$	Очень хорошая
$1500 \leq W_p < 2000$	$0,15 < П \leq 0,30$	Хорошая
$800 \leq W_p < 1500$	$0,30 < П \leq 0,45$	Удовлетворительная
$300 \leq W_p < 800$	$0,45 < П \leq 0,65$	Предкритическая
$W_p < 300$	$0,65 < П \leq 1,0$	Критическая

Учитывая, что при расчете остаточного ресурса должен быть запас по предельному состоянию материала и имеет место статистический разброс механических характеристик, критическая длительность эксплуатации металла под нагрузкой должна определяться по допускаемой поврежденности $P_{кр}$, которая зависит от приложенного уровня нагруженности ω и уровня риска разрушения конструкции, т.е. рассчитанный остаточный ресурс должен обеспечивать вероятность разрушения по деградации служебных свойств

металла не выше заданного уровня риска.

Оценку работоспособности металла высоконагруженных стальных конструкций при длительном воздействии нагрузки можно произвести по таблице 1.

Из проведенного в ФТИ НАНБ цикла работ следует, что работоспособность и надежность (в т.ч. и остаточный ресурс) высоконагруженных стальных конструкций (магистральных газопроводов, нефтепроводов и сосудов, работающих под давлением) при квази-

статической нагрузке определяется взаимосвязью следующих основных параметров безопасности:

- уровнем дефектности (представленным типами, количеством, размерами и геометрией дефектов);

- фактическим (на момент обследования) состоянием основного металла и металла сварных соединений (представленным в терминах прочности и пластичности и, в первую очередь, удельной работы разрушения и трещиностойкости);

- напряженно-деформированным состоянием элементов конструкции и в зоне дефектов (представленным в терминах напряжений и деформаций).

Итогом этих работ является назначенный остаточный ресурс основного металла (конструкционная надежность по трещиностойкости), который обеспечивает работоспособность стальной конструкции с заданным уровнем надежности в интервале времени до следующей диагностики технического состояния.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Красневский С.М., Макушок Е.М., Щукин В.Я. Разрушение металлов при пластическом деформировании. - Мн.: Наука и техника, 1983. - 173 с.

2. Красневский С.М., Мочернюк Н.П., Сорохан Ц.Д., Герасимчик И.И., Лазаревич Г.И. Экспериментально-аналитический расчет остаточного ресурса работы основного материала МГ/ Газовая промышленность. - 1991, №4, с. 30-32.

3. Сорохан Ц.Д., Герасимчик И.И., Красневский С.М. Методы обеспечения надежности функционирования газопроводной системы Республики Беларусь. - В кн. Десятая встреча «Диагностика-2000». Том 2 Диагностика линейной части магистральных трубопроводов. - М., ОАО «Газпром» - с.231-237.

4. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. (МНПАГПАН-5.01.98). Мн.: ООО ПП «Асобны Дах», 1998 - 184 с.

5. Временная методика диагностики газораспределительной станции (ГРС) с целью определения ее остаточного ресурса. Мн.: ФТИ НАНБ, 1996 - 35 с.

6. Методика по оценке несущей способности магистральных газопроводов по данным внутритрубно-диагностики. Мн.: ФТИ НАНБ, 1996 - 31 с.

7. Методика технического диагностирования аккумуляторов газа ГСС-1-1-10, 0-25У-001 после пятнадцати лет эксплуатации на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС) - Мн., ФТИ НАНБ, 2000 - 48 с.

8. Красневский С.М., Яровой Г.О., Герасимчик И.И. Неразрушающий контроль состояния металла элементов газотранспортного оборудования в процессе эксплуатации на различных стадиях их фактического износа. - В кн. Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: Материалы III научно-технической конференции ПГУ, 2000 - с. 113-118.

9. Красневский С.М., Васильков В.В., Ходаренок Ю.П., Герасимчик И.И., Короткевич В.М., Барановский А.И. Исследование технического состояния и расчет остаточной прочности корпусов пылеуловителей газа при наличии в них расслоений. - В кн. Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта: Материалы III научно-технической конференции ПГУ, 2000 - с. 48-52.

10. Иванова В.С. Концепция Л. Жильмо предельной удельной энергии деформации с позиций си-нергетики. // Металлы. 1989. №5. с.170-178.

11. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций. - М.: Машиностроение, 1990. - 448 с.

МАГНЕТИЗМ В НАУКЕ И В ЖИЗНИ

Есть люди, имена и дела которых живут всегда. К таким относится и Николай Сергеевич Акулов. Он родился 12 декабря 1900 года в г. Орле в семье нотариуса, в 1922 г. переехал в Москву. Учился в институте им. Плеханова, потом перевелся в Московский государственный университет. После окончания физико-математического факультета в 1926 г. был зачислен аспирантом в лабораторию проф. В.Н. Аркадьева. Здесь Николаем Сергеевичем было исследовано влияние магнитного поля на магнитные спектры ферромагнетиков. В этой работе, результаты которой опубликованы в 20-х годах, впервые изложена классическая теория ферромагнитного резонанса. Мировую известность Н.С. Акулову принес открытый им закон магнитной анизотропии.

В 1931 г. за выдающиеся работы в области ферромагнетизма Н.С. Акулов получил Рокфеллеровскую премию и был направлен в научную командировку в Германию, где работал у профессоров Ганса в Кенигсберге и Гайзенберга в Лейпциге. Германская школа магнетологов была в то время одной из ведущих в мире.

По возвращении из Германии Н.С. Акулов создал магнитную лабораторию в Институте физики МГУ и первую в СССР кафедру магнетизма.

На основе обобщения закона анизотропии на гальваномагнитные и термомагнитные явления К.С. Акулов нашел общие правила для всей группы четных эффектов ферромагнитных кристаллов, определяющие влияние магнитных полей и упругих напряжений на электропроводность, термоэлектродвижущую силу и другие физические свойства ферромагнитных материалов.

Открытый им закон анизотропии механомагнитных явлений положил начало новому направлению, устанавливающему связи между механическими и магнитными свойствами магнитных материалов и подготовил научную



НА СНИМКЕ: профессор МГУ им. Ломоносова, академик АН БССР Н.С. Акулов. 1948 год.

базу для создания магнитных средств неразрушающего контроля механических и прочностных характеристик материалов и изделий. Через много лет этот закон получил второе рождение в известных работах Н.С. Акулова по магнитоэластическим аналогиям, которые легли в основу для разработки статистической теории дислокаций.

В 1935 г. по представлению академиков С.И. Вавилова и А.Ф. Иоффе Н.С. Акулову без защиты диссертации была присуждена ученая степень доктора физико-математических наук. В 1941 г. за развитие учения о ферромагнетизме и его практическом применении Николай Сергеевич Акулов получил Сталинскую премию 2-ой степени. За плодотворную многолетнюю научную и педагогическую деятельность Н.С. Акулов был награжден Орденом Трудового Красного знамени, а в 1953 г. за исследование процессов перемещения ферромагнетиков в динамическом режиме ему была присуждена премия имени М. В. Ломоносова. Н. С. Акулов являлся также лауреатом премии Немецкой академии наук.

Во время Великой Отечественной войны с 1941 по 1943 г. Н.С. Акулов находился в Средней Азии, работал над созданием и

внедрением средств контроля военной продукции. За успешное выполнение правительственных заданий он награжден Почетной грамотой Президиума Верховного Совета Казахской ССР.

Значительная часть жизни и научной деятельности Н.С. Акулова связана с Беларусью. В 1940 г. он был избран действительным членом и академиком-секретарем физико-технического отделения АН БССР. С 1959 г. Николай Сергеевич работал в физико-техническом институте АН БССР, где руководил двумя лабораториями магнитной и физических проблем. В 1964 г. им создан самостоятельный Отдел физики неразрушающего контроля, в котором до последних дней ученый руководил лабораторией магнетизма.

Вклад Н.С. Акулова в учение о магнетизме огромен и высоко оценен мировой научной общественностью.

Работы Акулова вошли как в специальные монографии по ферромагнетизму, так и в монографии по смежным вопросам и в учебные руководства.

Основные результаты, полученные Н.С. Акуловым по ферромагнетизму, стали классическими и в современной литературе часто используются без ссылки на автора, впервые их получившего.

Кафедра магнетизма МГУ, магнитная лаборатория при Институте физики МГУ и лаборатория в ЦНИИТМАШ стали центром исследований по магнетизму и школой подготовки высоко квалифицированных кадров.

Основные результаты по ферромагнетизму обобщены Н.С. Акуловым в монографии «Ферромагнетизм» (ОНТИ, 1939 г.)

Интересные результаты получены Акуловым по фазовым переходам и теории горения. Введенные им автогенетические функции оказались удобными для описания сложных процессов горения и взрывов. Работы Акулова находили применения при расчетах индикаторных диаграмм дизелей и

авиамоторов. Этот цикл работ обобщен Акуловым в 2 монографии «Основы химической динамики» (изд. МГУ, 1940 г.) и «Теория цепных процессов» (ГИТТЛ, 1951 г.).

Работая в Академии наук Беларуси, Н.С. Акулов уделял серьезное внимание вопросам прочности и пластичности. К этому времени было установлено, что реальные механические параметры металлов обусловлены дефектами кристаллической решетки и в первую очередь дислокациями.

Им была создана статистическая теория дислокации. В основу теории положена магнито-пластическая аналогия. Итоги этих исследований подведены ученым в монографии «Дислокации и пластичность» (изд. АН БССР, 1961 г.).

В начале 70-х годов широкое распространение в мире получил метод исследования, основанный на ядерном магнитном резонансе (ЯМР). В СССР разработка таких приборов велась в СКБ аналитического приборостроения АН СССР. Однако попытки создания спектрометров ЯМР высокого разрешения на частоту более 60 МГц результатов не дали. В этой ситуации ГК СМ СССР по науке и технике и Президиум АН СССР обратились к Н.С. Акулову с просьбой решить эту проблему.

В результате Отделом физики неразрушающего контроля АН БССР совместно с СКБ АП АН СССР были созданы спектрометры ЯМР высокого разрешения.

В последние годы жизни Николай Сергеевич работал над теорией элементарных частиц. Он мечтал создать единую теорию всех частиц, найти алгоритм их образования, который позволил бы рас положить их в таблицу типа таблицы Менделеева для химических элементов. Это позволило бы не только с единых позиций трактовать их свойства, но предсказывать новые частицы и их параметры. Для этого, по мнению Н.С. Акулова, следовало найти некую «прачастицу» или «прачастицы», сочетание которых в разных состояниях и образует весь известный спектр элементарных

частиц. В своих исследованиях он назвал такую частицу «реоном» и частично определил ее параметры и свойства, но закончить эти исследования не успел.

Николай Сергеевич настойчиво развивал исследования прикладного характера. В годы первых пятилеток в СССР осваивались новые производства и необходимо было создать аппаратуру для массового контроля качества продукции и исходных матери-



На СНИМКЕ: академик Н.С. Акулов и вице-президент АН БССР академик К.В.Горев. 1974 год.

лов. Акуловым была проведена огромная работа по разработке магнитных методов дефектоскопии и магнитного анализа, по широкому внедрению их в промышленность.

Первым по времени разработкой был аустенитометр системы Акулова и Дехтяря, определяющий количество остаточного аустенита в инструментальных сталях. Прибор был внедрен на ЗИС и ускорил процесс контроля в 60 раз.

Для контроля труб Акуловым и сотрудниками было разработано два прибора: один для обнаружения малых поверхностных дефектов, другой - для глубоко залегающих дефектов. В качестве измерительного элемента в первом случае использовалась индукци-

онная катушка, во втором - измерительный элемент был пондеромоторного действия.

Акулов совместно с Брюхатовым для контроля текстуры листового проката разработали вращательный магнетометр. Прибор и метод нашли самое широкое распространение в промышленности и научных учреждениях.

При термической обработке ряда сталей происходит изменение их фазового состава, что сопровождается изменением их магнитных параметров. В этом случае Акуловым для контроля качества термообработки предложено использовать фигуры Лиссажу. Для контроля термообработки инструментальных и хромистых сталей им же предложен метод высших гармоник и было создано специальное устройство, названное авторами (Акулов Н.С., Грабовский М.А. 1936 г.) «гармоникометром».

Особо следует отметить работы Н.С. Акулова по разработке магнитных методов толщинометрии. Метод основан на пондеромоторном взаимодействии постоянного магнита с контролируемым изделием. Прибор постоянно совершенствовался Николаем Сергеевичем и его последний вариант под названием магнитный толщиномер Акулова (МТА) соответствовавший лучшим мировым стандартам своего времени, был запатентован за рубежом и многие годы широко использовался в разных отраслях промышленности для измерения толщины немагнитных покрытий.

В 1976 г. Н.С. Акулову совместно с Н.Н. Зацепиным и М.А. Мельгуем присуждена Государственная премия БССР.

Скончался Н.С. Акулов 21 сентября 1976 года.

Высочайшая научная эрудиция, редкий по силе творческий потенциал позволили Н.С. Акулову эффективно работать и получать выдающиеся научные результаты в разных областях физики в течение 50-ти лет. Его подходы к решению той или иной научной проблемы были нестандартны, полученные при этом результаты зачастую опережали свое время и

поэтому не всегда и не сразу принимались определенными кругами ученых, принадлежащими к традиционным, установившимся научным школам в соответствующих областях знаний.

В заключение отметим значительный вклад Н.С. Акулова в формирование тематики и становление Института прикладной физики НАН Беларуси, преобразованного в 1980 г. из Отдела физики неразрушающего контроля, где сегодня последовательно развиваются его идеи. Основное научное направление Института состоит в разработке научных основ, физических принципов, методов и

средств неразрушающего контроля и технической диагностики. Первоначально оно сформировалось на базе тематики лаборатории физических проблем и Отдела физики неразрушающего контроля, созданных Николаем Сергеевичем в 60-ые годы, дальнейшее развитие получило после создания института.

С именем Николая Сергеевича связано зарождение и развитие физики неразрушающего контроля. Наиболее последовательное развитие идеи Н.С. Акулова в этой области получили и получают в Институте прикладной физики НАН Беларуси.

Выдающийся ученый, имя которого вписано красной строкой в мировую науку, учитель и педагог, создавший многочисленные научные школы, изобретатель и конструктор, человек фантастической эрудиции и работоспособности - таким он видится тем, кто имел счастье его знать, общаться и работать с Николаем Сергеевичем Акуловым.

А. ЛУХВИЧ,
доктор технических наук,
профессор;
А. ШУКЕВИЧ,
ст. научный сотрудник
Института прикладной физики
НАН Беларуси.

Знай
наших!

ЛАУРЕАТ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ – ГОРДОСТЬ РОССИИ И БЕЛАРУСИ

Если бы когда-нибудь пришлось издавать книгу, скажем, о 100 самых знаменитых наших земляках, то в нее непременно стоило бы занести и имя нашего современника Жореса Алферова. В 2000 г. этот 70-летний физик, вице-президент Российской академии стал лауреатом Нобелевской премии – престижнейшей в научном мире награды. Как знать, если бы не его минский учитель, благодаря которому юный Жорес по уши влюбился в физику, не стал бы он мировой знаменитостью... Это произошло в 42-й минской мужской средней школе, где Жорес проучился три года, пока не стал студентом энергетического факультета нынешней политехнической академии. Первый учебный год он завершил на «отлично». По семейным обстоятельствам переехал в Ленинград, где с отличием окончил электротехнический институт.

Родиной Жореса Алферова считается город Витебск. На Витебщине, в Чашниках, родился его отец Иван Карпович, который, будучи подростком, стал работать на бумажной фабрике. До революции она называлась «Скина», теперь же это предприятие «Красная Звезда».

Когда после войны семья Алферовых обосновалась в Минске, отец Жореса возглавил трест целлюлозно-бумажной промышленности БССР. Главным же делом жизни Жореса стали полупроводники.

Пройдя путь от младшего научного сотрудника до директора института, Ж.И. Алферов стал выдающимся физиком, одним из

крупнейших специалистов в области полупроводников, полупроводниковой и квантовой электроники, технической физики, крупным организатором советской и российской науки, известным общественным деятелем, депутатом Государственной думы Российской Федерации.

Жорес Иванович является одним из создателей первых отечественных транзисторов, фотодиодов, мощных германиевых выпрямителей. Он открыл явление сверхинжекции и указал на принципиально новый способ управления электронными и световыми пучками в гетероструктурах. Открыл первые «идеальные» гетероструктуры – на арсениде галлия,



предложил и создал полупроводниковые лазеры на основе двойных гетероструктур и реализовал непрерывный режим генерации при комнатной температуре. Предложил гетероструктуры на основе четверных полупроводниковых твердых растворов InGaAsP и создал первые биполярные гетеротранзисторы и солнечные батареи на гетероструктурах. В последние годы он развивает физику и оптоэлектронику на основе «квантовых точек» в гетероструктурах.

Ж.И. Алферов создал новое научное направление – физика гетероструктур и новое техническое направление – электроника и оптоэлектроника на основе гетероструктур. Его новаторские работы нашли

самое широкое применение в таких современных областях, как энергетика, телекоммуникация, цифровые средства хранения и передачи информации, космическая и вычислительная техника, сверхчастотные приемные устройства, которые в значительной степени определили их дальнейшее развитие.

Ж.И. Алферов всегда поддерживал и поддерживает тесные связи с учеными Национальной академии наук Беларуси, Белорусской государственной политехнической академии, других наших технических вузов, научных и промышленных организаций республики. Начиная с 70-х годов, он тесно сотрудничает с рядом ученых Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, БГПА, БГУ, неоднократно посещал эти вузы, всегда поддерживал и поддерживает ученых-специалистов в области микроэлектроники на международных научных форумах и в международных организациях (НАТО, МНТЦ, ЮНЕСКО). Алферов всегда способствует выделению средств на проведение научных исследований и созданию уни-

кального оборудования. Только за последнее время с его помощью по линии НАТО выделено 325 тысяч долларов для создания комплекса оборудования по получению полупроводникового кремния из отходов Гомельского химического завода с целью последующей организации серийного производства кремния. По линии МНТЦ для белорусских ученых при его участии выделен грант в размере 137 тысяч долларов для проведения исследований по сверхвысокой очистке кремния.

В настоящее время Ж.И. Алферов организует работы по подготовке межгосударственной программы Российской Федерации и Республики Беларусь в области физики наноструктур и наноэлектроники. Благодаря ему успешно выполняются международные проекты «Лазеры на квантовых точках» и «Светоизлучающие приборы на основе GaAsN-GaN двойных гетероструктур». Исполнители – БГУ (г. Минск), Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН (г. С-Петербург) и Берлинский технический университет (г. Берлин).

Вот такой он – ученый с мировым именем. Гордость России и Беларуси.

Журналисты, кажется, обо всем уже успели расспросить знаменитого физика. Одно из последних «открытий», связанных с страстями Алферова, – то, что он не любит мобильных телефонов, в создании которых есть и его заслуга. Недавно ученый признался, что сотовые телефонные аппараты раздражают своей бесцеремонностью – звонят в неподходящие моменты. Академик любит читать на ночь «Сказки Карельского Беломорья», которые когда-то подарила ему с братом мать. А еще 70-летний Жорес Иванович по утрам проплывает триста метров – вдоль залива под Петербургом или в небольшом бассейне, который он оборудовал на даче.

Нынешняя премия для него — прежде всего сильный аргумент, который помогает ратовать за развитие науки. Ну, а Беларусь остается для Жореса Ивановича родной республикой. Он считает, что здесь живут самые мужественные и трудолюбивые люди.

Василий ПРОКОПЬЕВ

Вот так!

ЧЕРЕЗ 60 ЛЕТ ЗИМ НЕ БУДЕТ

В XXI веке в Европе произойдет резкая перемена климата что приведет к росту среднегодовой температуры по крайней мере на 0,1-0,4 градуса по Цельсию. Начиная с 2020 года холодных зим на континенте станет меньше, а через 60 лет они вообще канут в Лету, утверждает в докладе, подготовленном по заказу Евросоюза.

В документе, выдержки из которого опубликовала турецкая газета «Ени Бинилл», отмечается что в Южной Европе и в Средиземноморском бассейне температура воздуха летом значительно возрастет, а это, в свою очередь, негативно скажется на посещении ряда стран, в том числе Турции

иностранными туристами.

В новом столетии, согласно прогнозам, в Северной Европе следует ожидать роста стихийных бедствий, вызванных частым выпадением осадков, в Центральной - засух, на континенте в целом - ураганов и бурь.

Начиная с 2050 года, указывается в докладе, который намечено полностью обнародовать в следующем году, уровень моря на планете поднимется в среднем на 13-68 см. Произойдет это из-за таяния льдов, в том числе в Альпах.

СНОВА О ПАРНИКОВОМ ЭФФЕКТЕ

Нидерландская «Финансиеле дахблад» посвятила комментарии проблеме парникового эффекта на Земле. Судя по всему,

атомные электростанции не являются такими надежными экологически чистыми источниками энергии, как многие были склонны думать прежде. Проблема радиоактивных отходов по-прежнему остается нерешенной, несмотря на ведущиеся уже на протяжении десятилетий исследования в этой области. При этом, однако, не следует забывать, что в использовании ядерной энергии есть и целый ряд преимуществ, в частности, ее непричастность к выбросу в атмосферу двуокиси углерода. И если проблема парникового эффекта действительно стоит так остро, как утверждают ученые гаагской экологической конференции, то из двух зол — использование ископаемых источников энергии или атомной — стоит попытаться выбрать меньшее.

К 80-летию
БГПА

ХРАМ И ЦЕХ НАУКИ И МАСТЕРСТВА

В нашем журнале открыта рубрика «Разработки Белорусской политехнической академии», где с завидной регулярностью выступают ее маститые и начинающие ученые, внося свою лепту в дело социально-экономического развития нашей страны.

Как отметил в своем поздравлении коллективу по случаю юбилея академии Президент Республики Беларусь А.Г. Лукашенко, многие инновационные программы и проекты академии выдержали проверку временем – содействовали внедрению в базовые отрасли отечественной экономики: автомобильную и тракторную промышленность, металлургию и машиностроение, энергетику и строительство.

За годы существования академии ей подготовлено свыше 130 тысяч высококвалифицированных специалистов для Беларуси и республик бывшего Союза. Среди выпускников немало известных в республике и за ее пределами людей. В Академии гордятся тем, что именно здесь, на энергофакультете учился лауреат Нобелевской премии 2000 года Жорес Иванович Алферов.

Академия проводит совместные научные исследования со многими организациями и предприятиями, отраслевыми НИИ и академическими институтами нашего и других государств. Хорошо зарекомендовала себя и многолетняя творческая деятельность учебно-научно-производственных объединений «МАЗ-БПИ», «МТЗ-БПИ», «Белглавэнерго»БПИ», «Минскстрой-БПИ» и других.

Начиная с 1960 года, академия подготовила для иностранных государств около 4000 инженеров, 213 кандидатов и 10 докторов наук. Теперь вместе с белорусами тут грызут гранит науки свыше четырехсот студентов, аспирантов и стажеров из 46 стран мира.

Приведенных примеров достаточно, чтобы оценить значение БГПА для нашей республики.

Со своей стороны мы сообщаем нашим читателям, что на страницах журнала «Инженер-механик» уже опубликовано 14 статей сотрудников БГПА, посвященных проблемам развития машиностроения, энергетики, горнодобывающей отрасли. В числе авторов научных статей доктор технических наук, профессор А. Вавилов, кандидат технических наук, доцент А. Котлобай, доцент В. Кондратюк, кандидаты технических наук Г. Рейзина, В. Балабанович и другие. В настоящем номере напечатаны статьи профессора А. Вавилова, кандидата технических наук Н. Сафонова, инженера Новицкого, аспиранта БГПА, гражданина Иордании Масунра Аль-Карабшеха, что еще раз подтверждает международный авторитет Академии.

Искренне поздравляя коллектив БГПА со знаменательным событием, Центральное правление ОО «БОИМ», редколлегия журнала «Инженер-механик» выражают твердую уверенность в том, что такое тесное сотрудничество умножит вклад БГПА в социально-экономический и духовный прогресс Беларуси.

К 80-летию
БГПА

МЕЛИОРАЦИИ - ЭФФЕКТИВНУЮ ТЕХНИКУ

Недостаточное финансирование эксплуатационных работ в мелиорации, физически и морально устаревший парк мелиоративных машин привели к тому, что ранее созданные мелиоративные системы перестали давать прежний эффект в аграрном секторе. Поэтому для поддержания мелиоративных систем на должном уровне на кафедре «Строительные и дорожные машины» Белорусской го-



А. ВАВИЛОВ,
доктор технических наук,
профессор

сударственной политехнической академии (БГПА) такая работа проводится, начиная с создания системы машин для комплексной механизации под современные технологии в мелиорации. Для того, чтобы создаваемые технические средства были конкурентоспособны, идет поиск их значительного удешевления. Основными путями снижения себестоимости машин, на наш взгляд, являются: создание мно-

гофункциональных машин на базе отечественных шасси, высокий процент унификации на межотраслевом уровне, снижение их материалоемкости и т.д. Рассмотрим основные из них.

Сегодня мелиораторы эксплуатируют в основном старые гусеничные и колесные тракторы. Так как гусеничные тракторы в Беларуси серийно не производятся, приобретение их за рубежом из-за высоких цен становится проблематично. Кроме этого гусеничную технику из-за дороговизны ее транспортировки на объект мелиорации и обратно приходится оставлять там надолго, что приводит зачастую к ее разборке и выводу из строя. По этой причине вполне обосновано решение - мелиоративные шасси создавать в Беларуси на пневмоколесном ходу, высокой проходимости с большим процентом унификации с ранее созданными и серийно выпускаемыми машинами. Мелиоративной отрасли может удовлетворять шасси ШУ-356 Минского тракторного завода, после его модернизации в соответствии с требованиями мелиораторов. Такое шасси должно обеспечить быструю доставку бригады рабочих на объект мелиорации в радиусе до 30 км, а также необходимый набор сменного оборудования, с которым предстоит работать в течение смены.

Особенно полезным по соотношению требуемой мощности и высокой проходимости может быть шасси с высоким процентом унификации касаясь узлов одноковшового погрузчика ТО-18 ОАО «Амкодор». Как на шасси МТЗ, так и на шасси ОАО «Амкодор» спереди целесообразно установить легкоъемное манипуляторное оборудование для монтажа на него также легко-

меняемых рабочих органов различного функционального назначения.

Среди сменного рабочего оборудования в первую очередь требуется создание или адаптация имеющихся косилок, кусторезов, измельчителей срезанной растительности, каналоочистителей, экскаваторного и кранового оборудования, другой техники, необходимой для обеспечения работоспособности мелиоративных систем. В связи с реалиями прихода в мелиорацию новых шасси необходимо активизировать работы по культуртехнике, прежде всего по коренному улучшению лугов и пастбищ, заросших кустарником и мелколесьем. Объемы таких работ в Беларуси велики. Древесно-кустарниковая растительность на объектах мелиорации должна прежде всего быть срезана и измельчена на щепу. Лучшее применение такой щепе - эффективное сжигание в энергетических установках с целью получения тепловой энергии. Промышленное ее использование (для производства строительных материалов или продуктов гидролиза) затруднено из-за высокого процента коры, лисствы, разнопородного состава и т.д. Для выполнения работ по удалению древесно-кустарниковой растительности и ее утилизации можно задействовать комплекс машин на базе рекомендуемых шасси.

Целесообразно на шасси ОАО «Амкодор» смонтировать поворотный круг для возможного монтажа на нем манипулятора со сменными рабочими органами.

Для сбора и подвозки древесно-кустарниковой растительности к рубильной машине могут применяться агрегаты машин: Амкодор 2651 (ПТА-1) или

МП-0,5, а именно: манипулятор с грейфером, прицеп. Рубильная машина для измельчения древесной растительности на топливную щепу разработана на кафедре «Строительные и дорожные машины» БГПА и выпущена ОАО «Амкодор». Для транспортировки топливной щепы потребителю необходимы специальные щеповозы под широкораспространенные в мелиорации тракторы МТЗ-80/82. Такие щеповозы находятся в состоянии разработки. Очень важно, чтобы щепа использовалась для получения тепловой энергии в установках с высоким к.п.д. (не менее 85%). В этом случае с высоким экономическим эффектом возможно выполнение культуртехнических работ, а также удастся избежать загрязнения окружающей среды. Для получения тепловой энергии можно рекомендовать газогенераторы, производимые в Беларуси, а также топки для эффективного сжигания щепы и древесных отходов производства предприятий «Белкотломаш» (г. Бешенковичи), «Комконт» (г. Гомель) и др.

Оставшиеся на лугах и пастбищах после удаления надземной части мелколесья и кустарника пни целесообразно удалять с помощью корчующих рабочих органов или фрез для локального измельчения пней, которые должны быть легкоъемным оборудованием к манипуляторам вышеописанных шасси. Эти же шасси должны оборудоваться задней навеской для сельскохозяйственных орудий: плугов, борон, выравнивателей-планировщиков и катков, предназначенных для первичной вспашки, разделки пласта, выравнивания вспаханной поверхности, прикатывания болотно-торфяных почв.

К 80-летию
БГПА

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЕМЫХ АВТОМОБИЛЕМ ПРИ ДВИЖЕНИИ

По оценке специалистов разных стран транспортные и стационарные силовые установки выбрасывают в атмосферу примерно равное количество токсических веществ. Среди транспортных – главенствующая роль здесь принадлежит автомобилям (АТС). Один грузовой автомобиль за 8 часов работы выделяет в атмосферу, главным образом, с отработанными газами 3,5...4,0 кг различных токсических веществ. Согласно правилам ЕЭК ООН № 49 транспортными средствами, находящимися в эксплуатации с дизельными двигателями, допускается выделение вредных веществ в следующих объемах: окиси углерода – 4,0, углеводорода – 1,23, окиси азота – 7,0, твердых частиц – 0,15 г/кВт·ч.

В процессе движения двигатель автомобиля работает на разных режимах, которые определяются характеристиками покрытия трассы, ограничениями скоростей движения, конструктивными данными автомобиля, главным образом, его мощностью. От этого зависит количество токсических веществ, выделяемых с отработанными газами. По существующим стандартам их количество определяется путем стендовых испытаний двигателей или автомобилей, работающих на определенных заданных режимах.

Нами разработан расчетно-экспериментальный метод оценки количества выделяемых токсических веществ на основе моделирования на ЭВМ движения АТС и на предположении, что токсичность отработанных газов соответствует современным требованиям.

Просчитанные токсические характеристики дизельных безнаддувных двигателей с непосредственным впрыском позволили выявить закономерности, связывающие режимы работы двигателя с количеством выделяемого на этом режиме определенного токсического вещества. Установлено, что количество этого вещества при работе двигателя указанного типа на определенном режиме может быть описано уравнением:

$$X_{\mu} = 1,05 \cdot 10^{-4} \cdot Q_{\text{МК}} \cdot K_{\text{V}} \cdot \mu_0 \cdot \frac{P_{\text{е max}}}{P_{\text{е max}}} \cdot Z_{\text{Mj}} \cdot Z_{\text{nj}} \cdot n_e; \text{ [мг/с]},$$

где: $Q_{\text{МК}}$ – удельный выброс вещества, ч/100т·км “К” на режиме максимального крутящегося момента, рассчитанный по параметрам стендовых испытаний двигателя и допустимому количеству этого вещества, выделенного при испытаниях, в г/100т·км;



Мансур
АЛЬ-КХАРАБШЕХ,
аспирант

$\mu_0 = V_2/V_1$ – коэффициент молекулярного изменения (V_1 – объем горючей смеси до сгорания, V_2 – объем продуктов сгорания);

K_{V} – коэффициент объемного наполнения (0,8-0,9);

$P_{\text{е max}}$ – максимальные мощности двигателя (кВт);

$M_{\text{е max}}$ – максимальный крутящийся момент двигателя;

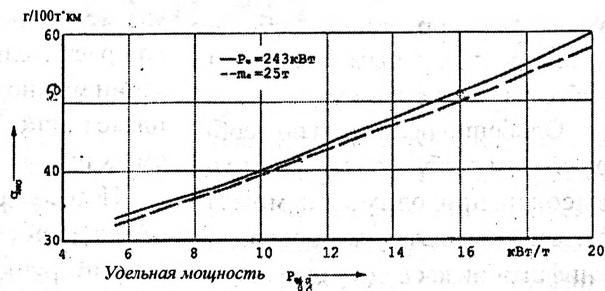
Z_{Mj} – коэффициент, равный отношению удельного выброса вещества при данной нагрузке, к удельному выбросу при максимальном крутящемся моменте частоты, равной частоте максимального момента;

Z_{nj} – коэффициент, равный отношению удельного выброса вещества при данной нагрузке и данной частоте, к данному выбросу при этой же нагрузке, но частоте, соответствующей максимальному крутящему моменту;

n_e – частота вращения двигателя в анализируемый момент времени, об/мин.

Моделирование производилось применительно к дорогам, проложенным в горной и равнинной местностях.

Расчеты показали, что расходы топлива, количество выделенных веществ зависят от условий движения. Для горных дорог при малой удельной мощности (6...7 кВт/т) характерно движение с большой подачей топлива и работой двигателя на режимах с максимальным крутящим моментом. При таких режимах наблюдаются повышенные выделения окиси углерода, углеводородов и твердых частиц, что видно из приведенного графика.



Количества выделяемых окислов азота, являющихся наиболее ядовитыми из всех токсических веществ, выделяемых двигателем, зависит, главным образом, от максимальной мощности двигателя и степени ее использования. Наибольшее выделение имеет место на режимах полной мощности двигателя.

К 80-летию
БГПА

КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЬНО-РЕГИСТРИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СОЧЛЕНЕННОГО ТРОЛЛЕЙБУСА

Надежность, долговечность и безопасность вновь разрабатываемой техники базируется на конструкторских расчетах, сравнении с аналогами, моделировании, включая математическое. На стадии производственных испытаний и доводки конструкции существенная роль принадлежит снятию технических характеристик систем в реальных условиях. От этого во многом зависит эффективность вновь создаваемой техники. В свою очередь, точность и достоверность этих характеристик во многом определяется возможностями используемой измерительной аппаратуры.

В последнее время возникла существенная необходимость внедрения различных микропроцессорных систем для управления, контроля состояния и сбора информации об исследуемом объекте, так как аналоговая измерительная аппаратура становится несовместимой с цифровым «восприятием» ЭВМ. Поэтому более рациональным, а во многих случаях и более дешевым спосо-



А. САФОНОВ,
кандидат
технических наук



С. НОВИЦКИЙ,
инженер

бом регистрации данных будет использование цифровой аппаратуры. Очень важным преимуществом такой аппаратуры является наличие интерфейса с ЭВМ, что не ограничивает (в разумных пределах) исследователя в объеме регистрируемых данных из-за трудностей, возникающих при хранении и обработке полученной информации. Использование встроенного компьютера для исследований систем позволяет использовать новые алгоритмы сбора и обработки информации и получить качественно новые результаты. Данная работа направлена на создание комплекса аппарату-

ры, позволяющего проводить натурные эксперименты мобильных машин в реальных дорожных условиях.

Цифровой измерительно-регистрационный комплекс состоит из комплекта измерительной аппаратуры фирмы Datron и встроенной системы управления и диагностики троллейбуса, связанной с бортовым компьютером.

Комплект аппаратуры фирмы Datron модели EEP-3 с помощью цифровых и аналоговых датчиков, устанавливаемых на транспортном средстве, позволяет измерять пройденный путь, скорость движения, замедление, время исследуемого процесса, давление воздуха в тормозных камерах мостов. Последний параметр обрабатывается тремя аналоговыми каналами. Аналоговые сигналы регистрируются в оцифрованном виде и при дальнейшей обработке требуют пересчета. Однако для используемых датчиков давления воздуха зависимость аналогового сигнала от величины измеряемого параметра имеет линейный характер с коэффициентом пропор-

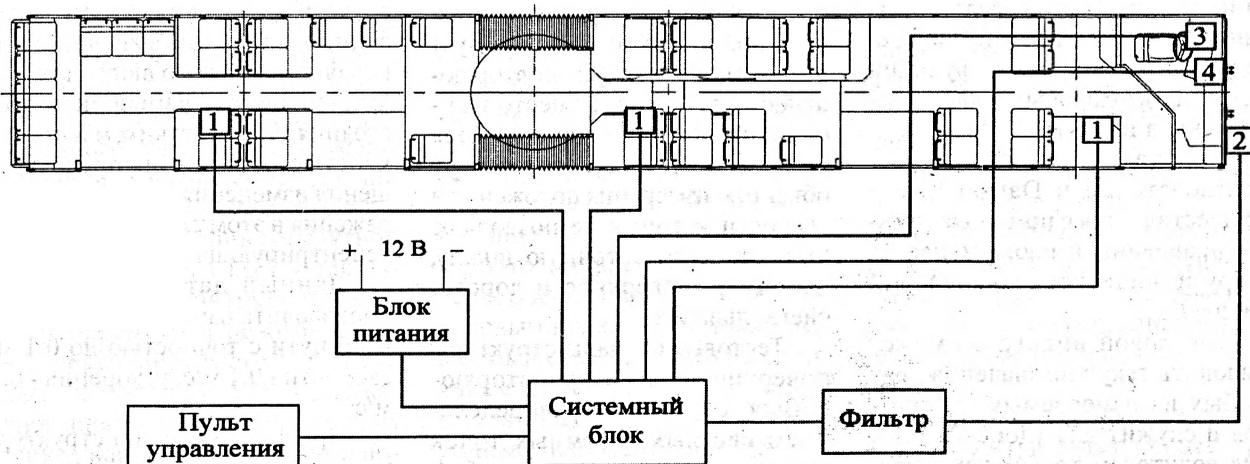


Рис. 1. Структурная схема комплекса измерительно-регистрающей аппаратуры: 1 - датчики давления воздуха в рабочих тормозных камерах; 2 - оптический датчик перемещения; 3 - датчик начала нажатия на тормозную педаль; 4 - цифровой индикатор

циональности, близким к 1 (0.999), что позволяет с некоторым допущением использовать аналоговые данные в качестве реальных значений измеряемого параметра.

В процессе работы аппарата Datron может использовать все аналоговые и цифровые измеренные значения для создания любых новых математически связанных переменных.

Схема установки аппаратуры на транспортном средстве показана на рис. 1. Системный блок имеет разъемы для подключения цифровых и аналоговых датчиков, блока питания, пульта управления, цифрового индикатора, а также дополнительные средства передачи и документирования информации: параллельный интерфейс с возможностью подключения внешнего принтера, последовательный программируемый компьютерный интерфейс RS 232 № 24 с возможностью подключения внешнего принтера или передачи измеренных данных в другие компьютерные системы, внутренний принтер для первоначальной проверки и оценки данных во время испытаний.

Системный блок имеет встроенное программное обеспечение, разработанное с возможностью задания дискретизации измерений по времени, перемещению или скорости, а также в любых их комбинациях. Параметры испытаний, такие, как условия запуска и остановки процесса регистрации, частота выборки (дискретизация) и специальные функции могут быть выбраны заранее и сохранены в памяти (RAM).

Работа и диалог между пользователем и Datron EEP-3 осуществляется с помощью пульта управления, имеющего клавиатуру и жидкокристаллический дисплей.

Цифровой индикатор может выводить текущие значения двух любых из измеряемых параметров и служит для удобства задания водителем требуемых режимов движения.

Датчик давления (1, рис. 1) представляет собой цилиндри-

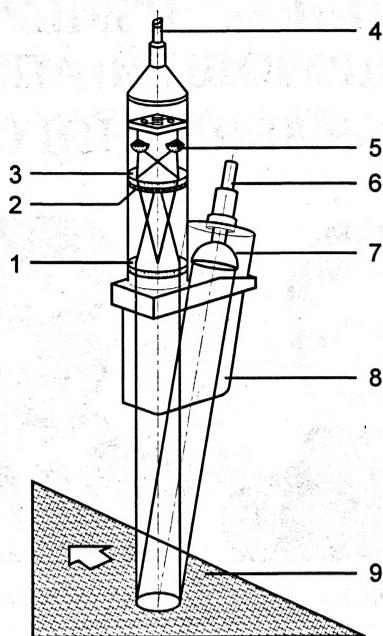


Рис. 2. Устройство оптического датчика перемещения.

ческий стальной корпус с закрепленной в нем керамической диафрагмой с уплотнением. Непосредственно на диафрагме установлены тензодатчики, с помощью которых можно регистрировать давление в диапазоне от 0 до 1 МПа с точностью 0.001 МПа.

Цифровой датчик (2, рис. 1) перемещения, скорости и ускорения работает по такому же принципу, как и обычные оптические датчики перемещения, использующие модуляцию фотоэлектрического сигнала при движении датчика относительно контрастной светло-темной решеточной шкалы. Однако, в отличие от них, указанный датчик не использует точно определенную повторяющуюся структуру, а вместо нее - случайную неповторяющуюся (стохастическую) структуру объектов, измерения положения и скорости которых не позволяют применить решеточную шкалу, например, поверхности дороги, снега, льда и т. п.

Тестовые сигналы структуры поверхности с ее неповторяющимся, случайным распределением светлых и темных точек оцениваются статистически. Это значит, что результат теста получается из значения неповторяющихся сигналов, то есть, в случае

измерения скорости - усреднением по времени, а в случае измерения расстояния - усреднением по расстоянию. Чем длиннее время и расстояние, выбираемые для усреднения, тем выше будет точность результата.

Оптика данного датчика сконструирована для структур с элементами больше 0.5 мм. Его схема показана на рис. 2. Для создания направленного светового потока служит блок освещения 7, к которому с помощью кабеля 6 подводится питающее напряжение 12 В. Лучи, отраженные от измеряемой поверхности 9 и представляющие собой ее изображение, проектируются зонной линзой 1 на измерительную решетку 2, собираются передающей линзой 3 и фокусируются на два фотодетектора 5.

При движении датчика вдоль поверхности дороги производится оптическая модуляция движением точек изображения по измерительной (эталонной) решетке. При этом сигналы на двух фотодетекторах будут идентичны, но иметь фазовое рассогласование в 180° , что позволяет отделить их от синфазных низкочастотных компонентов и усилить отдельно. Для дальнейшей обработки сигналы с помощью кабеля 4 передаются через фильтр к системному блоку. Кожух 8 защищает оптику от загрязнения.

При использовании описанного датчика на транспортных средствах колебания кузова, вызванные неровностями дороги и неравномерностью движения, будут приводить к изменениям расстояния между датчиком и поверхностью дороги. Для предотвращения изменения масштаба изображения в этом случае служит телецентрирующая диафрагма.

Данный датчик позволяет производить измерения пройденного пути с точностью до 0.1 м, скорости - 0.1 м/с, ускорения - 0.1 м/с².

При формировании структурно-функциональной схемы информационно-измерительной системы совместно с комплектом измерительной аппаратуры фирмы

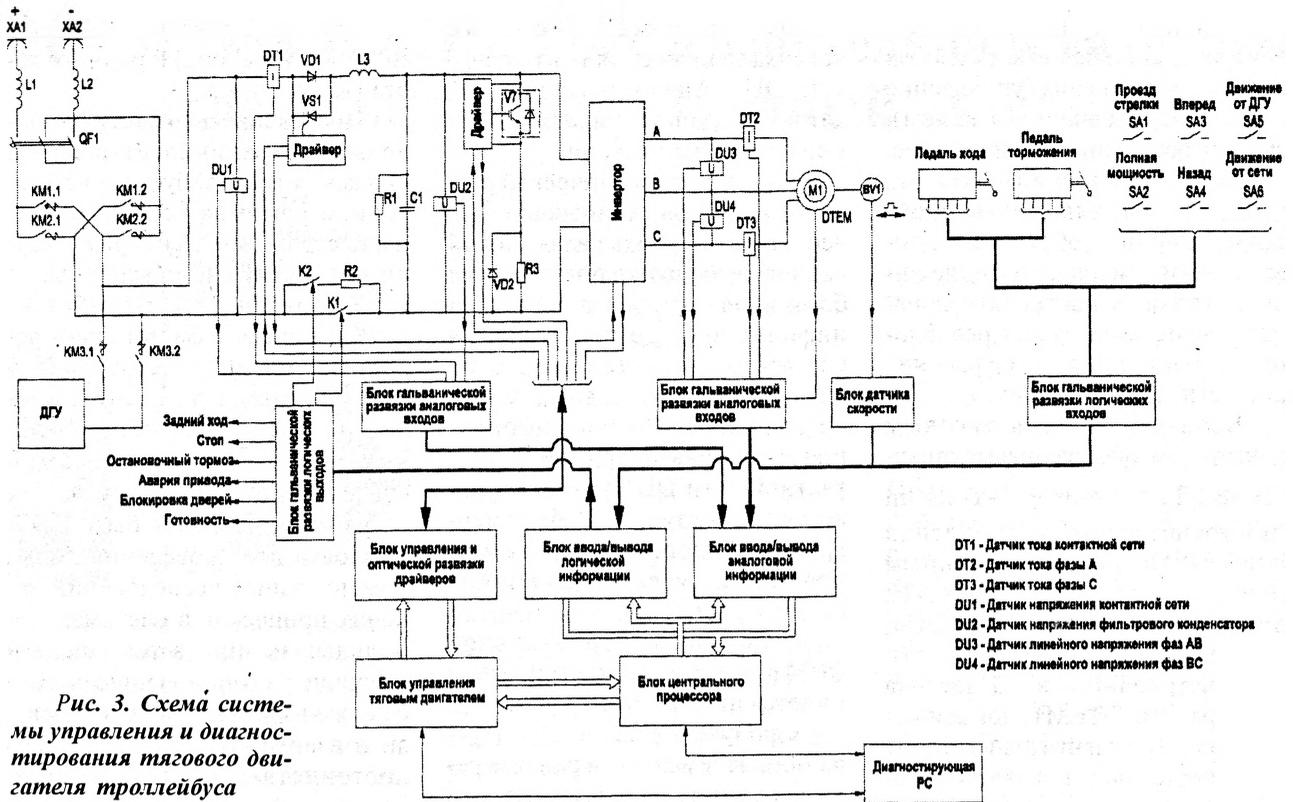


Рис. 3. Схема системы управления и диагностики тягового двигателя троллейбуса

- DT1 - Датчик тока контактной сети
- DT2 - Датчик тока фазы А
- DT3 - Датчик тока фазы С
- DU1 - Датчик напряжения контактной сети
- DU2 - Датчик напряжения фильтрового конденсатора
- DU3 - Датчик линейного напряжения фаз АВ
- DU4 - Датчик линейного напряжения фаз ВС

Datron была использована встроенная система DGT⁰101 (рис. 3) управления и диагностирования тягового двигателя. Она имеет следующие технические характеристики: входное напряжение 600^{+120}_{-180} В, длительная выходная мощность 220 кВА, максимальная выходная мощность 750 кВА ($t < 30$ с), напряжение питания системы управления $24^{+6,0}_{-7,2}$ В, вид защиты - IP⁰⁰, виброустойчивость - согласно норме МЭК⁹⁷⁷, охлаждение - воздушное принудительное, вес 370 кг.

Составные части привода переменного тока DGT⁰101 имеют следующее назначение. Датчик напряжения DU1 служит для измерения напряжения контактной сети; датчик тока DT1 - для измерения тока контактной сети, потребляемого в режиме хода, или рекуперированного в режиме торможения; диод VD1 - для исключения возможности подачи на привод напряжения обратной полярности. Тиристор VS1 обеспечивает возможность рекуперации энергии в контактную сеть при превышении напряжения на

фильтровом конденсаторе C1, измеряемого датчиком напряжения DU2, по отношению к контактной сети. Резистор R1 необходим для обеспечения аварийного разряда фильтрового конденсатора C1 при отключении троллейбуса от контактной сети. Контактторы K1 и K2 служат для коммутации входного напряжения. Резистор R2 обеспечивает ограничение тока заряда фильтрового конденсатора C1. Инвертор формирует напряжение питания тягового двигателя M1. Силовой транзистор V7 обеспечивает сброс избыточной энергии на тормозной реостат R3. Датчики тока DT2 и DT3 измеряют ток фаз А и С тягового двигателя соответственно, а датчики напряжения DU3 и DU4 измеряют линейные напряжения U_{AB} и U_{BC} тягового двигателя. Все драйверы обеспечивают управление силовыми ключами, а также осуществляют контроль за их состоянием. В качестве тягового двигателя (ТД) используется асинхронный двигатель 2ML3550 K/4 фирмы § KODA. Импульсный датчик скорости BV1, установленный на валу ТД, служит для получения информации, необхо-

димой для управления тяговым двигателем, вычисления скорости и ускорения движения троллейбуса.

Педали хода и торможения имеют по 15 позиций. При этом следует отметить, что пневматический тормозной привод включается при перемещении тормозной педали выше 12 позиции.

Все сигналы, поступающие в привод или выводимые из него, имеют гальваническую развязку, которую обеспечивают блоки гальванической развязки логических входных и выходных сигналов, блоки гальванической развязки аналоговых входных сигналов. Первичная обработка сигналов с датчика скорости производится в блоке датчика скорости. Обмен информации с блоком центрального процессора осуществляется через блок ввода-вывода логической информации и блок ввода-вывода аналоговой информации.

Блок управления содержит блоки: центрального процессора, управления тяговым двигателем, управления и оптической развязки драйверов.

Блок центрального процессо-

ра выполняет функции: объединение в единое целое всех блоков системы управления (управление системой управления в целом), сбор информации о всей системе, анализ полученной информации, выдача управляющих воздействий на привод, обеспечение диагностики привода, хранение индивидуальных настроек и параметров системы, отсчет реального времени, ведение и хранение статистических данных.

Блок управления тяговым двигателем обеспечивает управление ТД по закону $\psi_r = \text{constant}$ (постоянство потокосцепления ротора). По исходным данным (информация с датчиков тока DT2 и DT3, напряжения DU3 и DU4, импульсного датчика скорости BV1, встроенного в ТД датчика температуры DTEM) блок вычисляет электромагнитный момент ТД, который поддерживается равным заданному моменту, поступающему с блока центрального процессора. Блок управления тяговым двигателем формирует управляющие сигналы на блок управления и оптической развязки драйверов.

Блок управления и оптической развязки драйверов обеспечивает формирование сигналов на драйверы силовых ключей инвертора и V1, VS1, получает и анализирует информацию о состоянии драйверов и силовых ключей (напряжение питания драйвера, наличие короткого замыкания в цепи силового ключа и т.д.), обеспечивает гальваническую развязку между цепями питания драйверов и системы управления.

Блок питания (на рис. 3 не показан) служит для обеспечения гальванической развязки питающих цепей троллейбуса и системы управления привода переменного тока, формирования питающих напряжений +15В, -15В, +5В. Блок питания также формирует сигнал «U питания в норме», который используется для блокировки работы привода в случае снижения входного питающего напряжения ниже допустимой нормы.

В качестве примера рассмот-

рим путь прохождения сигнала с датчика напряжения контактной сети DU1. Аналоговый сигнал с датчика, пропорциональный измеряемому напряжению, поступает на блок гальванической развязки аналоговых сигналов. Далее гальванически развязанный аналоговый сигнал поступает на блок ввода-вывода аналоговой информации, где производится его преобразование в цифровой вид. С блока ввода-вывода аналоговой информации информация с датчика напряжения контактной сети DU1 уже в цифровом виде поступает на блок центрального процессора, где она используется для дальнейших вычислений.

С помощью персональной ЭВМ в режиме диагностирования имеется возможность:

- получения около 300 внутренних переменных в режиме реального времени с дискретностью 100 мс с представлением в графическом и табличном виде (напряжение контактной сети, потребляемый (рекуперированный) ток контактной сети, скорость и ускорение движения троллейбуса, реальный и заданный электромагнитный момент ТД, температура ТД, позиция нажатия педалей хода и тормоза, ошибки и сообщения системы и т.д.);

- получения статистических данных о троллейбусах (потребляемая и рекуперированная электроэнергия, пробег троллейбуса, временные показатели и т.д.);

- использования программного логического анализатора, позволяющего без присутствия оператора (по заданному оператором условию) записывать в память для дальнейшего считывания 100 точек состояния привода с дискретностью от 10 мс до 2.5 с;

- получать перечень ошибок привода за контрольный период времени для дальнейшего их анализа и устранения;

- настройки часов реального времени и заводского номера троллейбуса;

- изменения параметров привода (временных задержек, коэффициентов и т.д.);

- программного (RAM, EPROM, Watchdog) и ручного теста (K1, K2 и т.д.).

Проведение диагностики привода не ограничивает режимы движения троллейбуса (за исключением режимов теста и смены параметров), что очень существенно для эксплуатации машины.

Таким образом, разработанный комплекс измерительно-регистрающей аппаратуры позволяет проводить экспериментальные исследования мобильных машин с достаточно высокой степенью точности получаемых результатов и может быть рекомендован для проведения экспериментальных исследований рабочих процессов в системах мобильных машин, в том числе и различных по назначению систем с целью выявления их взаимосвязи и взаимного влияния. К его достоинствам следует отнести возможность установки на борту машины и, следовательно, испытаний натурных образцов транспортных средств в реальных дорожных условиях. Неоспоримым преимуществом по сравнению с аналоговой аппаратурой является наличие интерфейса с ЭВМ, что обеспечивает удобство передачи, хранения и обработки полученной информации, что особенно важно при большом количестве измеренных параметров. Ввиду программного управления, предложенный комплекс обладает хорошей гибкостью процесса регистрации данных, что позволяет исследователю достаточно легко и быстро изменять количество измеряемых параметров, дискретность и общее время их регистрации. Применение такой аппаратуры, в отличие от аналоговой, требующей настройки и тарировки датчиков, позволит существенно уменьшить время на подготовку и проведение испытаний троллейбусов. Использование разработанного измерительно-регистрающего комплекса, имеющего указанные преимущества, позволит значительно сократить время на разработку новой техники.

НЦ ПММ НАНБ – последовательно и уверенно завоевывает международный авторитет



Стало уже доброй традицией, что на страницах журнала мы знакомим наших читателей со всеми событиями, происходящими в мире механики Беларуси. Достаточно назвать два Конгресса по теоретической и прикладной механике, состоявшихся в Минске в 1995 г. и 1999 г. Проведение этих форумов продемонстрировало научной общественности, сколь широки и многообразны проблемы старейшей из наук, начиная от общих вопросов и до процессов управления механическими системами. Важным их достижением стала демонстрация новых научных результатов, широкий обмен мнениями между специалистами не только разных направлений, но и разных стран.

Одним из главных организаторов и участников этих мероприятий был Научный центр проблем механики машин Национальной академии наук Беларуси, руководимый известным белорусским ученым, автоконструктором, более 35 лет отдавшим созданию автомобилей на посту главного конструктора Минского автозавода, академиком М.С. Высоцким.

В ноябре 2000г. Научный центр вновь собрал ученых и инженеров из Беларуси и стран СНГ на очередной форум механиков – Международную научную конференцию «Механика машин на пороге третьего тысячелетия». Ее тематика включала такие направления, как механика мобильных машин; динами-

ка и ресурс машин; испытания и сертификация машин; компьютерное моделирование и проектирование; электронные системы управления; технологические методы совершенствования.

Актуальность и важность конференции была отмечена руководством нашей республики, видными деятелями государства, научной общественностью. В адрес оргкомитета и руководства Научного центра поступили многочисленные приветствия, в частности от Премьер-министра Республики Беларусь В.В. Ермошина, Постоянного представителя Беларуси при ООН С.С. Линга, Президента Национальной академии наук Украины, всемирно известного ученого академика Б.Е. Патона.

По отзывам всех участников, конференция прошла на высоком научном и организационном уровне. В ней приняло участие свыше 350 человек и прозвучало свыше 110 докладов по самым современным проблемам механики. На пленарном заседании выступили видные ученые — директор Института машиноведения им. А.А. Благоднарова РАН, иностранный член Национальной академии наук Беларуси академик К.В. Фролов (Москва), директор Института проблем прочности НАН Украины академик В.Т. Трощенко (Киев), председатель Научного совета при Межгосударственном совете стран-членов СНГ по проблемам предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций член-корреспондент Н.А. Махутов (Москва), вице-президент Российской инженерной академии, президент НП «Росэлектротранс» д.т.н. И.П. Ксенович (Москва), первый заместитель генерального директора Государственного научно-технического центра НАМИ д.т.н. О.И. Гируцкий (Москва), генеральный конструктор УП «СКБ по комплексу машин «Гомсельмаш», д.т.н. Шуринов В.А (Беларусь).

В работе конференции приняли участие ученые и специалисты Минпрома, ГКНТ, ВАКа, институтов НАН Беларуси, БГПА, БАТУ, БГТУ, БГУ, Военной академии, МАЗа, МТЗ, МЗКТ, ПО «Гомсельмаш» и многих других организаций и промышленных предприятий Беларуси. Россия была представлена Институтом машиноведения им. А.А. Благоднарова РАН, Государственным научно-техническим центром НАМИ, Московским государственным индустриальным университетом, Российской инженерной академией, Государственным фондом поддержки прогрессивных технологий и космических исследований, Российским комитетом по террамеханике, Российским отделением Rand Worldwide, журналами «Автомобильная промышленность» и «Мехатроника». От Украины участвовал Институт проблем прочности НАН Украины.

Множество вопросов к докладчикам, дискуссии и широкий обмен мнениями – таков в общих чертах был ритм работы минского форума.

Наш корреспондент побывал на конференции и встретился с патриархом белорусского автомобилестроения, лауреатом Государственных премий СССР и БССР, заслуженным деятелем науки и техники БССР, единственным в Беларуси заслуженным работником промышленности СССР академиком Высоцким М.С., который охотно поделился своим мнением о развитии связей академической науки с автотракторостроением Беларуси на современном этапе. Его интервью, а также заглавные доклады на международной конференции мы с некоторыми сокращениями предлагаем вниманию читателей. В полном объеме все доклады, представленные на конференции, будут опубликованы в сборнике трудов, который выйдет в марте 2001г.

ДОСТИЖЕНИЯ МЕХАНИКИ НА СЛУЖБЕ АВТОТРАКТОРОСТРОЕНИЯ БЕЛАРУСИ

Интервью директора НЦ ПММ академика НАНБ М.С. ВЫСОЦКОГО

В №3 «Инженера-механика» за 2000г. в статье «Концепция системного подхода. Двадцать пять лет сотрудничества академической науки с автотракторостроением» я подробно остановился на основных этапах становления и развития нашего Научного центра, решаемых задачах, комплексе работ, выполняемых в рамках крупнейшей в республике Государственной научно-технической программы «Белавтотракторостроение», по которой НЦ является головной организацией.

Сегодня мне хотелось бы рассказать о практическом применении этих результатов при создании новых образцов автотракторной техники, информировать более широкую аудиторию специалистов, о чем шла речь в докладах наших сотрудников в рамках проведенной 23-24 ноября 2000г. Международной научной конференции «Механика машин на пороге третьего тысячелетия».

Во-первых, о новых формах связей между наукой и производством, в результате чего, нами намечены дальнейшие перспективные направления фундаментальных и прикладных исследований. Назову некоторые из них.

Разработанная нами методология определения главных и основных параметров мобильных машин, позволяющая классифицировать всю совокупность параметров и на стадии проектирования более эффективно вести их оптимизацию. На ее основе разработаны типаж перспективных автомобилей и автопоездов Минского автозавода и тракторов Минского тракторного завода на 1998-2005гг.

Не менее важным является создание и развитие теории управления эксплуатационными свойствами мобильных машин, которая в отличие от известных позволяет не только анализировать указанные свойства, а и управлять ими, обеспечивая тем самым мак-

симальную эффективность машин в процессе движения. Ее главная идея заключается в совместном решении второй задачи динамики с задачами в области оптимизации и управления. Этому был посвящен ряд докладов.

Одним из новых направлений исследований НЦ ПММ является ресурсная механика. Она основана на принципе ресурсно-зависимого поведения элементов в нагруженных механических системах, к которым сводится большинство машиностроительных объектов. Поэтому качественно новый этап расчета мобильной техники связан с переходом к общим вероятностным моделям ресурсно-функциональных свойств, воспроизводимых в системе «разнообразно действующий оператор – парк машин – варьируемая среда». На уровне парка машин и их механических систем прогнозируется ресурс, скоростные показатели и расход топлива в форме вероятностного расчета.

В рамках исследований механики разрушения конструкционных материалов определены закономерности роста усталостных трещин в образцах среднеуглеродистой стали с износостойким покрытием на основе никель-хромового сплава. Это позволяет уточнить модели прогнозирования ресурса комбинированных материалов, используемых в узлах сопряжений деталей машиностроительных конструкций.

НЦ ведет работы по созданию новых информационных технологий исследования, проектирования и производства современной техники на основе конструкторских баз машин и их составляющих, узлов, унифицированных агрегатов, а также деталей. Базы включают также данные о нагрузочных режимах, условиях эксплуатации, прикладные программы расчета, обоснования и выбора узлов и агрегатов. Связь между

конструкторской базой данных и программной базой и управление ими должно осуществляться программными модулями. В продвинутом варианте для практики это означает, что в третьем тысячелетии такие понятия как «макетный образец», «экспериментальный образец» могут выйти из употребления. После моделирования новых машин в их виртуальной среде функционирования разработчик сможет разрабатывать техническую документацию для ее освоения в производстве.

В последующем необходим переход к созданию информационных маркетинговых технологий, обеспечивающих программный поиск оптимальных решений по выпуску новых машин, моделирование реакций торговой сети на новые решения и формирование задачи проектно-конструкторской службе.

В докладах конференции обсуждались темы комплексного использования этих технологий для оценки реальных информационных ресурсов, которыми обладает конструктор, технолог, пользователь машины в различных условиях эксплуатации, а также оценки информационных запасов, которыми мы обладаем для конкретного набора ситуаций и машины.

НЦ ПММ вышел на новый уровень научных исследований благодаря созданию компьютерного центра по расчету, проектированию и испытанию мобильных машин, в том числе по разработкам их дизайна. 20 рабочих станций ЭВМ высокой производительности объединены в локальную вычислительную сеть с лицензионными пакетами программ. Одновременно создаются собственные пакеты программ. Это дает возможность на стадии проектирования выполнять сложные оптимизационные расчеты, имитировать поведение конструкций в различных условиях их

функционирования, прогнозировать механические свойства деталей, выбирать соответствующие режимы обработки, предсказывать появление различного рода дефектов, т.е. свести к минимуму опытно-экспериментальные исследования.

НЦ – одна из ведущих организаций по мехатронным системам. Это направление, как известно из опыта передовых автомобильных фирм, позволяет, в частности, уменьшить общий вес системы управления в два и более раза.

Это относится в первую очередь, к антиблокировочным и антибуксовочным тормозным системам, системы активной безопасности автомобилей и автопоездов, автоматических гидромеханических трансмиссий средней и большой мощности.

Разработаны научные основы анализа и синтеза систем, базирующиеся на представлении триады «система управления - исполнительный механизм – трансмиссия» как композиции трех конечных автоматов, обеспечивающих их безопасность на уровне структуры.

Актуальным проектом НЦ является создание республиканской экспериментально-исследовательской базы с испытательным полигоном для отработки и сертификации мобильных машин. Уже выполнены расчеты и определены состав и характеристики испытательных трасс и сооружений с соответствующими требованиями по нагрузке, скорости, долговечности и стабильности сохранения параметров; подготовлены методики проведения испытаний мобильных машин по критериям активной и пассивной безопасности, экологичности, экономичности, а также выполнен комплекс необходимых работ научного и организационного плана.

Хотелось бы коротко остановиться на выполнении заданий ГНТП «Белавтотракторостроение». Это – первая из программ, нацеленных, в соответствии с установками Государственного комитета по науке и технологиям, на создание конкретной конкурентоспособной конечной про-

дукции в крайне сжатые сроки. Реализация проектов, выполненных по программе в 1999-2000 гг., позволила расширить типаж создаваемой в республике автотракторной техники и участие в программе региональных предприятий (БелАЗ, МоАЗ, ПО «Гомсельмаш»), увеличить производство и сбыт продукции автотракторостроения как внутри республики, так и за ее пределы, полнее использовать трудовые ресурсы автотракторных и смежных предприятий шинной, резинотехнической, электротехнической и электронной промышленности. Так, например, потребность в самосвальных автопоездах (по данным МАЗ) составляет около 2,5 тыс. в год. Они не имеют аналогов в странах СНГ и по основным показателям находятся на уровне лучших зарубежных аналогов. Обеспечение республики междугородскими автобусами собственного производства позволит сэкономить значительные валютные средства, решить проблему пассажирских перевозок внутри республики, увеличить экспорт в страны СНГ и дальнего зарубежья. Потребность в среднетоннажных автомобилях по данным завода-изготовителя составит 9400 штук. За счет внедрения в республике новых тракторов мощностью 180-300 л.с. планируется снизить расход топлива, удельное давление на почву на 25%, повысить качество обработки почвы и эффективность мероприятий по сохранению ее плодородия. Разработка и создание энергонасыщенных пахотных тракторов позволит восполнить сокращающийся сельскохозяйственный парк пахотных тракторов в республике и решить задачу подготовки почвы под посев в осенние и весенние посевные кампании, а также выполнять энергоемкие работы в других отраслях народного хозяйства (промышленности, строительно-дорожных работах и др.). Потребность в созданном МоАЗом энергонасыщенном тракторе мощностью 300 л.с. подтверждается тем, что колесные тракторы класса 5т предприятия республики не изготавливаются. Колесный трактор создан как

импортозамещающее изделие. Разработка и создание малогабаритных тракторов для различных отраслей народного хозяйства – ферм, приусадебных хозяйств, животноводческих, свиноводческих и птицеводческих комплексов, коммунального городского хозяйства, лесохозяйственного и рисо-водческого производства, в соответствии с требованиями по эргономике, безопасности труда и нормативам по экологии обеспечили выполнение требований правил и директив международных нормативных документов. Тракторы нового поколения имеют увеличенный ресурс работы, сниженную до 28...30 кг/кВт удельную материалоемкость.

Расчетная производительность энергонасыщенного кормоуборочного комплекса мощностью 350-450 л.с., разработанного ПО «Гомсельмаш» составила 130,6 т/ч по сравнению с 102,2 т/ч у комбайнов производства ОАО «Ростсельмаш».

Как видно из изложенного, автотракторостроением республики в содружестве с Научным центром и другими научными организациями выполнен огромный объем НИОКР по разработке и освоению новой техники, что является результатом прямой государственной поддержки автотракторной отрасли. Автотракторный комплекс подтвердил и упрочил свое положение базовой отрасли экономики, высокий научно-технический и производственный потенциал которой внес значительный вклад в развитие промышленности республики, несмотря на известные проблемы и трудности.

Одним из наиболее важных путей дальнейшего прогресса, наряду с модернизацией и созданием новых моделей традиционных видов мобильной техники, становится освоение новых сегментов рынка путем создания принципиально новых для республики или альтернативных машин. Поступившие предложения головных заводов отрасли для включения в программу на 2001-2005 гг. подтверждают этот вывод. Вместе с тем, общей характерной чертой со-

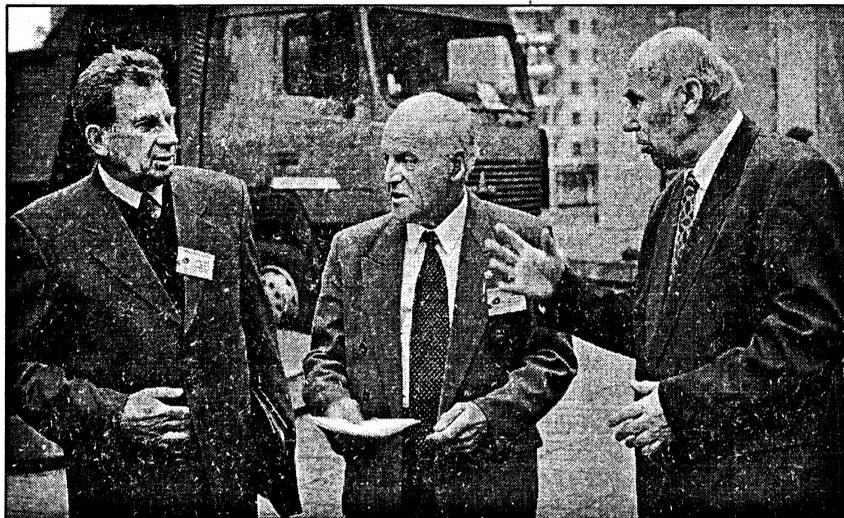
временной стратегии освоения новых рынков сбыта является переход от одиночных моделей к производству комплексов или семейств определенных видов техники, включающих, в пределах каждого мощностного диапазона, широкую гамму модификаций, охватывающую максимально возможное число разновидностей функционального назначения на основе современных технологий сквозного компьютерного проектирования и производства.

В настоящее время НЦ ПММ совместно с Минпромом и промышленными предприятиями разработана концепция государственной научно-технической программы «Создать и освоить производство в республике новых поколений конкурентоспособной автотракторной техники» на 2001 – 2005 гг. Программа сформирована в рамках утвержденного приоритетного направления научно-технической деятельности в

республике «Повышение конкурентоспособности продукции машиностроения и радиоэлектроники». Конечной целью программы является дальнейшее повышение конкурентоспособности продукции одной из базовых

отраслей народного хозяйства.

Как показала конференция, идеям НЦ ПММ становится тесно в рамках Беларуси, они проникают за ее рубежи и притягивают к себе симпатии коллег на Западе и в СНГ.



НА СНИМКЕ (слева направо): академики Троценко В.Т. (Украина), Фролов К.В. (Россия), Высоцкий М.С. (Беларусь).

МЕХАНИКА НА ПОРОГЕ НОВОГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Мне хотелось бы подчеркнуть роль академика М.С. Высоцкого в создании нового класса, бесспорно, отвечающих всем требованиям автомобилей высокой надежности, экономичности, и, самое главное, его большой творческий потенциал. Это человек, который постоянно ищет новое.

Не могу не сказать о существенном развитии целого ряда направлений в области механики и машиноведения в НАН Беларуси. Особенно хочется подчеркнуть целенаправленную организаторскую деятельность, которую ведет Президиум Национальной академии наук Беларуси в этом направлении.

Но самым главным является то, что промышленность Беларуси не остановилась. К сожалению, в отличие от очень многих крупнейших промышленных предприятий в России, которые просто стоят.

*К.В. ФРОЛОВ,
директор*

*Института машиноведения
им. А.А. Благонравова
академик
Российской академии наук*

Когда работает промышленность, – производство ставит перед фундаментальной наукой серьезные задачи, крупные проблемы. Нельзя себе представить, чтобы можно было только теоретизировать или доказывая всю жизнь теорему Ферми, считать, что это и есть фундаментальная наука. Есть гармония, есть симбиоз, есть единая неделимая фундаментальная и прикладная наука. И я приветствую те усилия, которые прилагает руководство республики в интеграции научных исследований, в частности между Россией и Беларусью, в области машиностроительных компонентов.

Наши белорусские друзья и

коллеги претворяют в жизнь крупнейшую в республике Государственную научно-техническую программу «Белавтотракторостроение». И у нас есть совместная белорусско-российская программа, она достаточно хорошо работает, хотя могла бы быть гораздо более эффективной, это зависит от нас с вами. Мы включили в эти исследования ведущие институты, в том числе и Российской академии наук, наш лазерный центр, Институт машиноведения и ряд его лабораторий.

Я в высшей степени удовлетворен тем, что крупным центром в области новых технологических процессов машиностроения является Академия наук Украины, пока сохраняющая свое лидирующее положение.

Этот триумвират – Беларусь – Украина – Россия – должен показать другим пример своими программами, конкретными научными

результатами. Наука всегда была интернациональной, нет границ для научных исследований, но по существу мы являемся свидетелями того, что они появляются.

Хочется поделиться мыслями о развитии механики машин в наступающем новом веке и тысячелетии.

От Леонардо да Винчи до наших дней были созданы удивительные конструкции машин. В конце концов человек научился летать, освоил космос. Но перед человечеством стоит масса проблем...

На дорогах мира ежегодно гибнут сотни тысяч людей, миллионы получают увечья. Эта проблема пока решается медленнее, чем хочется. Не говорю о других таких, как шум, создаваемый машинами, в том числе автомобильным транспортом, акустики, защиты человека при работе в условиях радиоактивного облучения...

Как правило, крупные аварии и катастрофы есть сумма всех неучтенных обстоятельств, и роль человеческого фактора здесь остается главной. Но почему это происходит? Мы можем рассчитать стержень, оболочку, мембрану, пластину, а реальная конструкция, как двигатель внутреннего сгорания или автомобиль гораздо сложнее.

Значит, очень важен тонкий современный эксперимент и, конечно, развитие приближенных методов решения. Если к этому добавить работу в области так называемых экстремальных условий (высокие и низкие температуры, глубокий вакуум) задача становится такой, что всем нам хватит дел еще на сто лет.

Должны быть сформулированы требования к конструкции. К сожалению часто вопросы экологии решаются в последнюю очередь. Самый центральный вопрос – определение требований к материалу. После выбора материа-

лов очень важны проверочные расчеты, расчеты на прочность, циклическую прочность. Динамика есть и будет актуальна длительное время.

Определяющей становится и акустика, она будет одной из центральных проблем в новом столетии. Так же как и создание новых материалов, превосходящих по своим техническим и эксплуатационным характеристикам традиционные. Сегодня из камня вытягиваются тонкие волокна и создаются очень прочные материалы. Широко применяются материалы неметаллической группы в авиакосмической промышленности, а вот автомобильная отстает. А могла в силу массовости занять лидирующее положение. Говорят, что таких материалов нет или они слишком дороги. Но вся проблема, в конечном счете, в масштабе их выпуска.

Механика материалов станет определяющей в ближайшие 20-30 лет. На современных сверхзвуковых самолетах несущие конструкции и ответственные узлы выполняются из композитов. Такая высоконапряженная конструкция, как самолет «Конкорд» и другие уже строятся по такому принципу. Разумеется, это требует очень тщательного изучения физики этих материалов, механики их разрушения. Из композитов можно делать автомобили, они не боятся коррозии, не разрушаются. Но фирмы-изготовители заинтересованы в другом, им нужно чтобы автомобили выходили из строя и заменялись новыми.

Хотел бы выделить одну работу, которую ведет наш институт и руководимый мной отдел. Это материалы с памятью. Удастся преодолеть крупные врожденные и приобретенные пороки суставов. Делается аппарат по типу илизаровского, но посложней. Самое главное – на сустав, “приговоренный” к неподвижности,

подаются динамические нагрузки (вибрации). При помощи “умных” материалов (с памятью) мы достигли колоссальных результатов. Они по заданной программе могут “запомнить” форму, создать те или иные нагрузки, что чрезвычайно важно для медицинской техники.

В следующем веке получат чрезвычайное развитие такие конструкции как панели самолетов из углепластика, их тормозные системы из такого же материала, сверхлегкие корпуса поездов и т.д.

Огромное значение приобретает диагностика. Та, которая может предсказать развитие трещины, аварию и ее ликвидировать. Над этой проблемой сейчас работает мир.

Мы работаем над использованием открытого академиком Бочваром явления сверхпластичности сплавов. На его основе созданы новые процессы формообразования, которые дают возможность сэкономить 30-35% энергии для прокатных станков, раскатных машин, а, самое главное, получить равномерную структуру и уменьшить дефектность внутри материала, снизить вероятность развития микро- и макротрещин. Это направление будет в ближайшее время лидирующим.

В производстве очень важен человеческий фактор. Выбор оператора, который управляет огромными конструкциями, от поведения и ошибок которого зависят здоровье и жизнь тысяч, а иногда и сотен тысяч людей. Здесь важно уметь учесть влияние на поведение этого человека таких факторов, как акустические, тепловые, электромагнитные поля. Как подобрать подходящего человека? Мы работаем над этим очень активно.

Заканчивая, хочу сказать: я славлю механику, которая есть. Но трижды, которая будет!

ПРОЧНОСТЬ И РЕСУРС МАШИН И СООРУЖЕНИЙ

*В.Т. ТРОЦЕНКО,
директор Института
проблем прочности
академик*

*Национальной академии наук
Украины*

В настоящее время в технике эксплуатируется огромное количество машин и сооружений самого различного назначения. Можно отметить одно требование, без которого невозможна их нормальная, надежная эксплуатация на протяжении определенного времени, которое называется заданным ресурсом машин и сооружений.

Несмотря на титанические усилия и значительные успехи в повышении надежности и увеличении долговечности машин и сооружений, человечество теряет огромные средства в связи с разрушениями, которые имеют место в последнее время.

Надежность новой техники, ее повышение неразрывно связаны с достижениями науки. Печально, что надежная техника не появляется не потому, что нет достижений, а от того, что они не используются. Эта проблема остро стоит сегодня, видимо, будет актуальна и завтра.

Исключительное значение имеет проблема продления ресурса огромного количества сложных, дорогостоящих машин, для которых расчетный ресурс оказался исчерпанным...

Летом прошлого года (в июне) при активном участии белорусских, русских и украинских специалистов была проведена научная конференция «Оценка ресурса и обоснование его продления». Решением Президиума Академии Наук Украины в республике создан совет по этой проблеме, возглавляемый Б.Е. Патонем, который занимается координацией ведущихся по ней работ.

Надежность, ресурс машин и сооружений закладываются при их проектировании, обеспечиваются при изготовлении и реализуются при эксплуатации конструкции. Все эти стадии жизненного цикла объектов являются очень важными и без надлежащей их реализации нельзя говорить о надежной эксплуатации техники.

Но главенствующую роль играет стадия проектирования. Ошибки, допущенные при проектировании, обходятся во много раз дороже, чем допущенные при изготов-

лении и эксплуатации. Устранить их гораздо труднее.

Основным принципом проектирования является обеспечение соответствия реальной напряженности конструкции реальной способности материала сопротивляться разрушению в тех условиях, в которых он эксплуатируется. При этом необходимо соблюдать два основных условия. Это оценка реальной напряженности и критериев предельного состояния материала.

Вторая группа проблем, которая будет особенно актуальной в новом веке – использование для конструкций нетрадиционных материалов: композиционных, керамических, углеграфитовых. Они по механическому поведению значительно отличаются от материалов, которые сейчас широко используются в технике. Необходимо учитывать несовершенство материалов, которое часто лежит в основе различного рода разрушений. К нему можно отнести рассеяние механических свойств материалов, наличие разных технологических дефектов, а также эксплуатационных. Возник целый раздел механики твердого деформируемого тела, который занимается описанием прочности материалов, при наличии в них различного рода дефектов.

В новом веке особое значение приобретут критерии предельного состояния материалов. В 50-х годах, когда стала усиленно развиваться реактивная авиация, лидером в создании пассажирских реактивных самолетов была Великобритания. Английские лайнеры «Комета» первыми стали осуществлять регулярные пассажирские рейсы. Но первые два самолета разрушились в воздухе и упали в море.

Тщательный анализ причин разрушения показал следующее. Конструктивные элементы фюзеляжа и крыльев крепились заклеп-

ками. При изготовлении самолета нужно было высверлить для них отверстия, снять в отверстиях фаски, поставить заклепки. Казалось бы, мелочь: поверхность фасок не зачищалась, была грубой. При многоцикловой нагрузке от фасок возникли трещины, которые привели к разгерметизации корпуса самолета. Эти катастрофы отбросили авиастроение Англии на несколько лет назад.

Во время второй мировой войны в США была выпущена серия транспортных судов. Из-за хрупкого разрушения сварных швов 90% этих кораблей разрушилось.

Все это говорит о необходимости тщательного учета критериев предельного состояния при проектировании и оценке ресурсов.

Нужен новый подход к технике, у которой исчерпан назначенный ресурс, а физический еще можно использовать. Пока она эксплуатировалась наука не стояла на месте, появились знания, которые позволяют иначе, чем при проектировании, оценить условия, в которых она использовалась, иначе стало расцениваться действительное напряженное состояние, по которому шел расчет.

Руководимый мной институт ведет исследование критериев предельного состояния, механики разрушения.

Нужно больше уделять внимания проблемам прочности, долговечности машин и сооружений, развивать науку, чтобы не допускать разрушений, особенно с катастрофическими последствиями.

Нашу информацию о прошедшей в Минске Международной научной конференции «Механика машин на пороге третьего тысячелетия» хотелось бы завершить словами из пленарного доклада академика Высоцкого М.С. о том, что «судьба нашего машиностроения в новом веке сверхтехнологий полностью зависит от того, идут ли рука об руку промышленность и наука сегодня».

В последующих номерах нашего журнала мы опубликуем некоторые доклады участников конференции.

ИСКУССТВО ПОКОРЕНИЯ...



У Даниила Ивановича КОРОЛЬКОВА – основателя Белорусского общества инженеров-механиков (ОО «БОИМ») и журнала «Инженер-механик» знаменательный юбилей.

2 февраля 2001 года ему исполнилось 60 лет. В новые XXI век и 3 тысячелетие он вступает с бесценным багажом жизненного опыта, арсеналом новых творческих идей и закаленным титаническим трудом здоровьем.

Путь деревенского подростка-сироты, начатый в трудный для нашей страны час преодолевался им мужественно с мозолями на руках и ногах. Единственными спонсорами его жизненной карьеры были светлый ум, данный ему природой, и ощущение полезности своему народу.

Средняя школа, Минский политехникум, конструктор БелАЗа в г. Жодино, срочная служба в войсках стратегического назначения, конструктор экспериментально-фурнитурного завода в Минске, студент-заочник БПИ, сотрудник БелИНТИ Госплана БССР, Фрунзенский (г. Минск) РК КПБ, Минский обком КПБ, ЦК КПБ и с 1984 года – замес-

титель председателя Государственного комитета по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору – Госгортехнадзора БССР (ныне Комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике при Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь – Проматомнадзор) – вот основные вехи его пути.

Как конструктор он постиг искусство покорения материалов, в то же время в нем ясно прослеживается дар покорения людских сердец и душ.

Он умеет внимательно выслушать человека, взвесить и оценить его проблему и сформулировать оптимальную рекомендацию. По долгу службы в партийных органах и государственном аппарате ему постоянно приходится принимать решения, касающиеся судеб многих людей. Особенно важно это, если речь идет о здоровье или жизни человека.

Надзор за безопасным ведением работ – это не простое созерцание картины рабочего процесса. Это умение на основе его глубокого анализа обезопасить сферу производства, не позволить проявиться потенциальным опасностям, имеющимся практически на каждом рабочем месте. Надзор – это стройная система предупредительных мер. В нашей республике она разрабатывалась при самом активном участии Даниила Ивановича. Нельзя измерить деньгами эффективность этой системы, нельзя оценить горечь родных и близких погибших или пострадавших, нарушивших ее, и благодарность тех, кто, следуя ей, сберегает свою жизнь и здоровье.

Те, кто соприкасается с Даниилом Ивановичем по работе, знают его принципиальность и настойчивость в осуществлении намеченных целей. Шкала ценностей его целей постоянно повышается вместе с повышением его профессионального уровня, расширением его интеллектуального горизонта, стремления продвигать научно-технический прогресс на основе объединения усилий ученых и специалистов республики.

Он воплотил в жизнь идею создания Белорусского общества инженеров-механиков и его печатного органа журнала «Инженер-механик», в руководстве работой которых принимает самое деятельное участие.

Даниил Иванович является автором ряда научно-практических разработок, редактором серии книжек, издаваемых ОО «БОИМ», ему присвоено звание академика Белорусской инженерной академии.

Даниил Иванович – счастливый семьянин. В его клане семь дочерей и сына. Он – любящий дед внука и внучки.

Тихий дом в глубине Серебрянки рано утром провожает и поздно вечером встречает с работы скромного труженика – гражданина Республики Беларусь – Даниила Ивановича Королькова.

Так держать еще долгие годы!

Примите, дорогой юбиляр, от Центрального правления, всех членов ОО «БОИМ» и редколлегии журнала «Инженер-механик» самые сердечные поздравления.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ УГЛОВ ПРИЕМА ЛАЗЕРНЫХ ДАЛЬНОМЕРНЫХ И ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Переключатели углов приема лазерных дальномерных и локационных систем являются механическими устройствами, предназначенными для дискретного изменения углов приема. Их основное назначение, как узлов оптико-механических приборов - обеспечение селекции сигналов (целей) и уменьшение шумов на входе фотоприемных устройств (ФПУ). Наибольший эффект работы переключатели имеют в сочетании с селективными спектральными фильтрами на входе ФПУ.

Основное применение этих узлов в оптических дальномерных, лазерных локационных системах, гидрооптических телевизионных системах различного назначения.

В связи с тем, что в настоящее время к устройствам данного класса предъявляются вы-

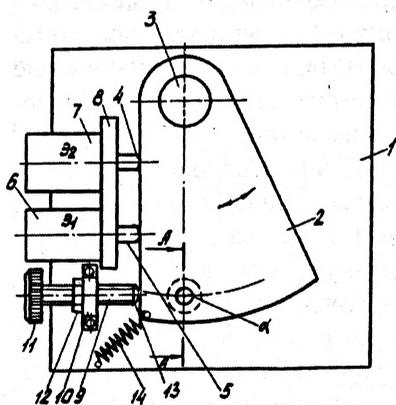


Рис. 1. Револьверная диафрагма в исходном состоянии.

сокие требования по быстродействию, точности позиционирования рабочих элементов и надежности, в АО «Пеленг» разработаны конструкции переключателей углов приема (револьверных диафрагм), удовлетворяющие их [1, 2].

На рис. 1 представлена револьверная диафрагма в исход-

В. БУРСКИЙ,
генеральный директор
кандидат технических наук,
В. МАСЛАКОВ,
главный конструктор,
доцент

Белорусское оптико-механическое объединение (БелОМО)
В. КАРПУШИН,
кандидат технических наук,
Н. ЛУКЪЯНЧИКОВ,
М. ПОЗДНЯКОВ
Акционерное общество «Пеленг»

ном состоянии, на рис. 2 - то же, при поочередном воздействии якорей электромагнитов на пластину; на рис. 3 - структурная схема блока управления электромагнитами.

Револьверная диафрагма состоит из корпуса 1, к которому прикреплена пластина 2 с возможностью углового поворота на оси 3. В корпусе 1 выполнено

коническое отверстие a с углом конуса $\alpha = 45^\circ$, соосно обратному коническому отверстию b , выполненному в пластине 2, с торцевой поверхностью с которой контактируют якоря 4, 5 дополнительно установленных параллельно друг другу электромагнитов 6 и 7 на стойке 8. Под

электромагнитами 6 и 7, параллельно им, установлен регулируемый упор 9 в корпусе 10, который регулируется вращением головки 11 и контрится гайкой 12. На упоре 9 выполнен полусферический наконечник 13, контактирующий с торцевой плоскостью С пластины 2.

В непосредственной близос-

ти к полусферическому наконечнику 13 к пластине 2 прикреплена пружина растяжения 14, линия действия которой составляет угол, примерно равный 45° , с осью регулируемого упора 9.

Револьверная диафрагма также снабжена блоком управления электромагнитами (рис. 3), который состоит из фотоприемника 15, например фотодиода, двух компараторов 16 и 17, двух элементов И 18 и 19, двух ключей 20 и 21. Причем выход фотоприемника соединен с первыми входами компараторов 16 и 17, на вторые входы которых поданы пороговые напряжения $U_{n1} < U_{n2}$. Прямые выходы компараторов 16 и 17 соединены с входами элемента И 18, выход которого соединен через ключ 20 с электромагнитом 6, а инверсные выходы компараторов 16 и 17 соединены с входами элемента И 19, выход которого через ключ 21 соединен с электромагнитом 7.

Револьверная диафрагма работает следующим образом.

В первоначальный момент устанавливают соосно с высокой точностью взаимное положение отверстия a и b , вертикальное положение которых обеспечивается пружиной растяжения 14, а горизонтальное - с

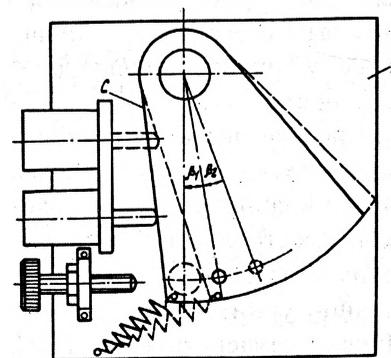


Рис. 2. Револьверная диафрагма при поочередном воздействии якорей электромагнитов на пластину.

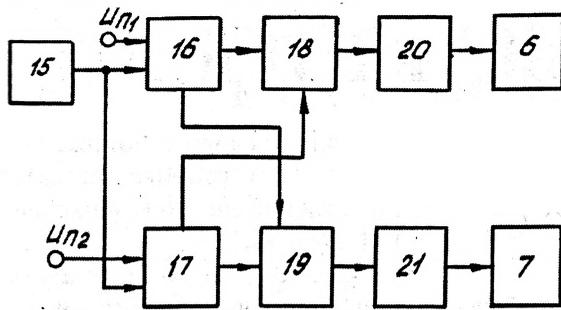


Рис. 3. Структурная схема блока управления электромагнитами.

помощью регулируемого упора 9, который имеет микрометрическую резьбу и контрится в требуемом положении гайкой 12. Пружина 14 обеспечивает также плотное, безззорное прижатие торцевой поверхности С пластины 2 к полусферическому наконечнику 13.

Электромагниты 6 и 7 установлены относительно оси 3 поворота пластины 2 таким образом, что линейное перемещение их якорей 4 и 5 одинаково. Это необходимо для того, чтобы обеспечить последовательный поворот пластины 2 на одинаковые углы. Поворотом пластины 2 на угол β_1 , обеспечивается перекрытие лазерного луча, проходящего через отверстие *a*, а последующий поворот на угол β_2 обеспечивает полное открытие отверстия *a*. В отключенном состоянии якоря 4 и 5 электромагнитов 6 и 7 возвращаются в исходное со-

стояние, а пластина 2 под действием пружины 14 возвращается в положение, когда отверстие *a* диафрагмируется отверстием *b*.

Блок управления электромагнитами работает следующим образом.

При попадании на вход фотоприемника 15 фоновой засветки, превышающей заданный уровень, например прямых солнечных лучей, последний вырабатывает уровень напряжения U_0 , превышающий значение U_{n1} ($U_0 > U_{n1} > U_{n2}$). Оба компаратора 16 и 17 переключаются по прямому выходу в состояние логической единицы. На выходе элемента И 18 появляется логическая единица, ключ 20 включит электромагнит 6, который переводит пластину 2 в положение «Закрыто».

При уменьшении фоновой засветки на выходе фотоприемника 15 вырабатывается напряжение U_0 ($U_{n1} > U_0 > U_{n2}$). В этом случае на прямом выходе компаратора 16 появится логический ноль и схема И закроется, а ключ 20 выключит электромагнит 6. Возвратная пружина переведет пластину 2 в первоначальное состояние, т. е. в положение малой диафрагмы.

Если напряжение U на выходе фотоприемника 15 будет меньше U_{n1} ($U_0 < U_{n1} < U_{n2}$), то оба компаратора 16 и 17 по прямому выходу переключаются в состояние логического нуля, и элемент И 19 через ключ 21 включит электромагнит 7, который приведет пластину 2 в положение максимальной диафрагмы.

Разработанная револьверная диафрагма использована в лазерном дальномере теодолитных станций типа «Виола», «Куница», «Висмутин», предназначенных для высокоточных измерений.

Наиболее перспективными направлениями в плане увеличения быстродействия и надежности дискретных переключателей являются решения вопросов механической балансировки подвижных элементов. Механическая балансировка в сочетании с быстродействующими управляющими магнитными узлами должны обеспечить время срабатывания переключателей в пределах 10 ... 20 мс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпушин В. А. и др. Револьверная диафрагма. Авторское свидетельство СССР № 1396790 кл. G03B 9/04, БИ № 18, 1998.
2. Карпушин В. А. и др. Револьверная диафрагма. авторское свидетельство СССР № 1489430, G039 9/04, БИ № 23, 1989.

Знай наших!

НЕ ХУЖЕ ФИРМЫ «РЕНО»

До сих пор станкостроительным заводам стран СНГ был не под силу выпуск технологического оборудования для полной обработки головки цилиндров дизельного двигателя. Сложность задачи - в жестких требованиях Евростандартов. Особенно это касается экологических характеристик, таких как дымность выхлопа, токсичность отработанных газов, шум и вибрация. Поэтому моторные заводы СНГ вынуждены были покупать технологическое оборудование такого рода у ведущих станкостроительных заводов стран мира: Германия (EX-CELL-0), Франция (Renault), Италия (Cotau) и др.

В СНГ с этой сложной задачей впервые справился Барановичский завод автоматических линий. Он разработал и изготовил комплекс технологического оборудования для полной обработки головки цилиндра дизеля для Минского моторного завода. За счет внедрения этого оборудования потребление электроэнергии уменьшилось в 3,3 раза, снизилась численность обслуживающего персонала с 53 до 26 человек. А самое главное достижение в том, что этими белорусскими заводами сделан прорыв в части создания экологически чистой продукции.

Василий ДУБРОВКА.

ТРУБОПРОВОДЫ, КИП и А

ОО «БОИМ» 8.08.2000 г. и 14.09.2000 г. совместно с Проматомнадзором при МЧС РБ провели семинары «О порядке регистрации и оформления лицензий на эксплуатацию трубопроводов 4-ой категории»; на которых было доложено, что с учетом многочисленных предложений предприятий и рекомендаций научно-технического совета, решением Коллегии Проматомнадзора (Протокол № 7 от 30.06.2000 г.) отменяется действие требования п. 5.1.2 «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды (МНПАГПАН - 5.18)», в части регистрации трубопроводов пара и горячей воды IV категории с условным проходом более 100, расположенных в пределах зданий тепловых электростанций и котельных.

Областным и региональным инспекциям предлагается не требовать с субъектов хозяйствования регистрацию данных трубопроводов.

Однако обращено внимание инспекций Проматомнадзора на то, что при обследовании и проверке электростанций и котельных, где имеются вышеуказанные трубопроводы, необходимо инспекторам и экспертам требовать от их владельцев выполнение требований действия п. 5.1.1 «Правил...» в части составления паспортов на основании документации, представленной заводами-изготовителями, монтажными организациями или специализированными организациями, производящими техническое диагностирование трубопроводов, которые находились (находятся) в эксплуатации до ввода в действие вышеуказанных «Правил...».

Порядок составления паспортов трубопроводов установлен «Методическими указаниями по

*А. ЗУЕВ,
председатель центрального
правления ОО «БОИМ»*

составлению паспортов трубопроводов...», утвержденными Проматомнадзором 12.07.2000 г.

С докладом «Методические указания по составлению паспортов трубопроводов 4-ой категории» выступил зам. председателя Проматомнадзора Корольков Д.И. О проверке состояния и диагностировании трубопроводов рассказала заместитель начальника системной лаборатории БЭРН Г.К. Литовских. С обзором работы котлоагрегатов коммунальных котельных и задачах по подготовке отрасли к предстоящему отопительному периоду доложил начальник отдела УКХ и Э Минжилкомхоза Зеленков В.И.

Участникам семинара были вручены изданные ОО «БОИМ» типографским способом брошюры «Методические указания...» и комплект другой литературы.

16 ноября был проведен семинар «КИП и система автоматизации котельных установок, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды».

Во вступительном слове при открытии семинара отмечалось, что КИП и системы автоматизации в современном производстве решают такие важные задачи как безопасность, ритмичность, качество процессов, условия труда и другие.

С обзором чрезвычайных ситуаций, вызванных неисправностями КИП и А на объектах повышенной опасности, выступил заместитель председателя Проматомнадзора при МЧС РБ Корольков Д.И.

Об особенностях системы регулирования расхода тепловой

энергии в условиях пониженного теплового графика рассказал главный инженер «Белинкомаш» Г.И. Лучина.

С докладом об автоматизации энергоучета на котельных и промышленных предприятиях выступили старший научный сотрудник РУП «БелТЭИ», к.т.н. Гуртовцев А.Л. и директор научно-производственного центра «Спецсистема» (г. Витебск) Григорьев С.Н.

Обеспечение надежной эксплуатации КИП и А - важный фактор безопасности на производстве - было темой выступления заместителя начальника Минской областной инспекции Проматомнадзора А.Д. Чугунова.

Опытom наладки и обслуживания КИПиА поделился начальник участка «Белэнергоавтоматика» Кришталеv Ю.Е.

О технических решениях фирмы «Хоневелл» для управления котельными рассказал ее представитель Бурдилов В.А. Он продемонстрировал кинофильм о деятельности фирмы.

В ходе семинара был поднят ряд вопросов, на которые были даны квалифицированные ответы.

Участникам семинара в комплекте литературы были вручены книги В.Б. Дойникова и В.Н. Гревцова «В помощь персоналу, обслуживающему контрольно-измерительные приборы и системы автоматизации котельных установок, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды» (в вопросах и ответах).

Отдельные доклады и выступления на семинаре публикуются ниже.

Очередные семинары, планируемые ОО «БОИМ», будут посвящены вопросам обслуживания электроустановок и грузоподъемных механизмов.

ОПЫТ РАБОТЫ ФИРМЫ ХОНЕВЕЛЛ ПО УПРАВЛЕНИЮ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

В условиях постоянного роста цен на энергоресурсы и продукты промышленного производства первоочередной задачей становится снижение энергетических затрат. Один из путей решения - ввод в эксплуатацию новых энергоблоков с более высоким КПД. Однако это требует значительных финансовых затрат.

Другой способ наиболее быстро и эффективного решения проблемы заключается в реконструкции систем управления. Как правило их стоимость составляет единицы процентов от стоимости ТЭЦ и котельных.

Экономический эффект будет зависеть от того, какие технические решения и какой уровень автоматизации будет принят в создании новых или реконструкции имеющихся систем управления.

Фирма Honeywell начала свою деятельность в области управления с создания в 1885 году в США простого термостата для управления заслонкой угольной печи. Это была одна из первых систем управления, использовавшая электрические сигналы. Изменяясь год за годом, фирма сохранила выбранную в начале ориентацию на постоянное совершенствование систем управления.

Сегодня - это мировой лидер в создании систем управления в промышленности, в зданиях и сооружениях и других сферах.

Системы управления - главный и единственный вид деятельности фирмы Honeywell. В этом ее уникальность и отличие от многих других фирм.

Фирма Honeywell представлена более, чем в 90 странах мира. Первое представительство в СССР было зарегистрировано в 1974 году. В настоящее время предприятие «ЗАО Хоневелл» (Москва) осуществляет деятельность фирмы на территории СНГ. В Беларуси работа организована через региональных представителей.

Honeywell имеет большой опыт и современные средства для решения задач любой сложности - от управления отдельными тех-



*В.А. БУРДЕЛЕВ,
кандидат технических наук,
региональный
представитель фирмы
Хоневелл в Беларуси*

нологическими узлами и механизмами до управления производственными участками, цехами и предприятием в целом.

Фирма «Хоневелл», имеющая столетнюю историю автоматизации и управления теплотехническими процессами, предлагает уникальный подход к решению проблем энергоэффективности в различных отраслях промышленности. Его суть заключается в сочетании следующих основных особенностей:

1. Предоставление заказчику самых современных технических и программных продуктов: сенсоры, интеллектуальные датчики, регуляторы, самописцы, исполнительные механизмы, контроллеры, системы управления различных классов, программные продукты общего и специального назначения.

2. Комплексный подход, увязывающий в одно решение различные по своему основному функциональному назначению, или по уровням управления, но взаимосвязанные подсистемы. Например: согласованное управление котлом и турбиной; интегрированная автоматизация ТЭЦ и котельных; интегрированное регулирование в сети распределения тепловой энергии на всех уровнях - от основных распределительных центров до подстанций, от индивидуального регулирования теплоснабжения отдельного помещения до термостатичес-

ких вентилялей; учет расхода и взаимосвязанное регулирование энергоносителей на промышленных предприятиях;

Наиболее ощутим, из опыта Хоневелл, экономический эффект от внедрения комплексных систем регулирования, обеспечивающих максимальную производительность горелки различных видов топлива. Они обеспечивают: регулирование смеси воздуха и топлива; контроль дымовых газов; контроль работы горелки и котла; контроль состояния всех технологических узлов; программу техобслуживания на основе прогнозирования.

Все средства предлагаются одним единственным поставщиком, что в значительной мере упрощает модернизацию систем и уменьшает опасность несовместимости различных узлов. При этом решение проблем находится в единых руках.

3. Открытость и «дружественность» решений и систем Хоневелл. Как правило, на любом промышленном объекте имеется задел по локальной автоматике и системам управления. Возможности технических и программных средств Хоневелл позволяют в максимальной степени использовать то, что уже сделано, а не создавать систему управления заново.

4. Возможность поэтапного внедрения технических решений. Это позволяет на начальном этапе работ по модернизации системы управления энергоустановкой выбрать решение, которое быстрее всего принесет экономический эффект. Оно в дальнейшем может служить финансовой основой дальнейших этапов модернизации системы управления.

5. Тесное партнерство с заказчиком на всех этапах модернизации системы управления. Особое значение придается обучению. После прохождения курса обучающейся персонал заказчика сможет конфигурировать свою собственную систему, изменять конфигурацию системы в соответствии с новыми требованиями. Осознавая, что внесение изменений в уже сданную систему может быть новой работой,

Хоневелл понимает, что в условиях ограниченного финансирования это можно доверить квалифицированному и обученному персоналу заказчика.

Предлагаемые Хоневелл системы управления обеспечивают: точное следование графикам пусков и остановов и соблюдение норм технологического режима в автоматическом режиме; улучшение технико-экономических показателей; качественное улучшение системы защит - количества защищаемого оборудования и числа распознаваемых аварийных ситуаций; автоматизацию управляемых ранее в ручном режиме технологических объектов; стабилизацию технологических режимов на уровне блоков; оптимизацию управления по отдельным блокам и на межблочном уровне, а также управление с полным технологическим контролем и переход к управлению процессами на уровне событий с помощью систем искусственного интеллекта; увеличение пробега оборудования за счет более «мягкой» эксплуатации с помощью автоматических систем управления; более качественное принятие решений административно-управленческим персоналом за счет большей достоверности и большего количества предварительной подготовленной информации; организацию ремонта и профилактического обслуживания по состоянию оборудования.

В зависимости от конкретных

условий объекта по желанию заказчика используется определенный набор функций.

Немаловажным является то, что системы управления Хоневелл опираются на обширную номенклатуру высокоточных и надежных приборов КИП и А. Это датчики давления, температуры, расхода, уровня, регулирующие и отсечные клапаны, одноконтурные регуляторы, самописцы, аналитические приборы. Фирма Хоневелл одновременно поддерживает 4 вида систем управления на основе модульных программируемых контроллеров. Это дает возможность предложить заказчику оптимальное по сложности и стоимости решение.

В настоящий момент Хоневелл располагает одной из самых совершенных систем учета расхода жидкостей, пара, газа и тепла на основе датчика расхода Annubar. Этот датчик - эффективная альтернатива традиционным сужающим устройствам. Система может применяться для технического и коммерческого учета энергоносителей.

Разработанная Хоневелл методика построения системы управления предполагает реализацию трех функциональных уровней:

1. Элементы логического, позиционного и автоматического регулирования, которые работают в зоне нормального технологического режима.

2. Системы автоматического регулирования, включающиеся в

работу при нарушении норм технологического режима. Основное назначение второго уровня - удержать технологический объект в зоне нормального технологического режима.

3. Системы противоаварийных защит и отключений технологических узлов для предотвращения аварий и защиты оборудования от разрушения и поломок.

ЗАО «Хоневелл» имеет значительный опыт внедрения систем управления в энергетике. В странах СНГ выполнено более 10 крупных проектов, в том числе ПО «Азот», Одесский припортовый завод, котельная, Байкальский ЦБК - ТЭЦ, Информационная система, Владимир, теплоснабжение, котельная, 9 котлов и др.

Фирма Хоневелл делает все для того, чтобы работа систем управления полностью соответствовала пожеланиям заказчика. На промышленных предприятиях мы начинаем работу с обследования и разработки проектов, разработки системных решений, а затем выполняем монтаж и ввод в эксплуатацию, берем на себя ответственность за обучение заказчика, предоставляем сервисное обслуживание и необходимую модернизацию в течение всего срока службы системы.

**Представительство фирма
Хоневелл в Беларуси:**

г. Минск, ул. Нахимова, 4-9.

Тел. 230-23-16, факс. 220-23-53.

РЕГУЛЯТОР ОТОПЛЕНИЯ С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

РУП «Белэнергоавтоматика», входящее в концерн «Белэнерго», образовано в 1991 году на базе Белорусского участка Всесоюзного НПО «Энергоавтоматика», существующего с 1971 года. Основной задачей предприятия является выполнение работ по модернизации, реконструкции, ремонту и наладке приборов теплотехнического контроля, автоматики, телемеханики на электростанциях, предприятиях тепловых и электрических сетей. Оно осуществляет про-

*Ю.В. КРЫШТАЛЕВ,
начальник участка
средств измерений
и автоматики
РУП «Белэнергоавтоматика»*

ектно-конструкторские и инженерно-технологические работы, наладку систем коммерческого учета теплоэнергетических ресурсов и регулирования отопления жилых и производственных зданий, монтаж и наладку запально-защитных устройств (ЗЗУ) котельных агрега-

тов, монтаж и наладку автоматизированных систем управления тепловых пунктов (ТП), пожарной сигнализации.

Участки предприятия имеются в городах Минске, Витебске, Могилеве, Гомеле, Бресте, Барановичах, а также при крупнейших электростанциях: Лукомльской и Березовской ГРЭС, Светлогорской ТЭЦ, Бобруйской ТЭЦ-2, Минских ТЭЦ-3 и ТЭЦ-4.

«Белэнергоавтоматика» постоянно совершенствует системы теп-

лотехнического контроля как за счет проведения организационных мероприятий, так и путем применения новейших приборов. В настоящее время ведутся общие разработки с НПЦ «Система» (г. Витебск) по комплексному учету и регулированию потребления энергоресурсов с применением датчика расхода ANNUBAR фирмы «Honeywell Inc» (США) для децентрализованных котельных, энергетических, промышленных предприятий и их социально-бытовых объектов и с белорусско-британским СП ОАО «Энерготехпром» (г. Минск) по программируемому регулятору отопления зданий и сооружений типа ST-1.

Регулятор отопления ST-1 включен в Перечень рекомендуемых приборов коммерческого учета и регулирования топливно-энергетических ресурсов Госкомитета по энергосбережению, внесен в Реестр Горсрегистрации № 009770 от 4.11.1999 г. Он предназначен для автоматического поддержания комфортной температуры в помещениях по программируемому температурному графику с достаточно высокой точностью ($20 \pm 1^\circ\text{C}$). В рабочее время, выходные и праздничные дни поддерживается дежурная температура - $10 \pm 2^\circ\text{C}$.

Регулятор состоит из блока автоматического регулирования (БАР) температуры, трехходового электромагнитного клапана, регулятора воды, циркуляционного насоса. БАР выполнен на микропроцессорной базе, осуществляет сравнение температуры в трубопроводе «обратной» воды, наружного воздуха с заданной величиной и выдает на обработку привод регулятора.

Блок обеспечивает 8 программ поддержания температуры, в том числе 10-и праздничных дней, «комфортной», дежурной и незамерзания. Диапазон температуры в помещении от $+7^\circ\text{C}$ до $+35^\circ\text{C}$, точность регулирования - 1°C . Имеется возможность просмотра программ, индикации текущего времени (года, месяца, дня неде-

ли, часа, минуты) и температуры наружного воздуха и «обратной» воды. Он оснащен световой сигнализацией при включении исполнительного механизма.

Электромагнитный клапан по сигналу блока автоматического регулирования переключает потоки «прямой» и «обратной» воды на привод регулятора воды.

Регулятор воды служит для перекрытия подачи горячей сетевой воды на отопление и состоит из корпуса (запорный вентиль Ду 25 или Ду 32) и привода (сильфонная коробка). Максимальный расход регулятора - 9 куб. м/час (Ду 25) и 12 куб. м/час (Ду 32).

Насос обеспечивает циркуляцию воды в контуре отопления при закрытом регуляторе и способствует равномерности подогрева элементов отопительной системы.

ПРЕИМУЩЕСТВА ST-1 ПЕРЕД СУЩЕСТВУЮЩИМИ РЕГУЛЯТОРАМИ ДРУГИХ ФИРМ состоят в простоте конструкции - повышенной надежности и ремонтпригодности, относительной дешевизне и безопасности. Универсальный клапан состоит из двух основных частей: корпуса с седлом для запирающей тарелки и сильфонной коробки (последнюю можно менять как головку обычного вентиля или на головку вентиля или на резьбовую заглушку, прерывая теплоснабжение в случае ремонта на 1,5-2 минуты). Отсутствие сальниковых уплотнений резко облегчает обслуживание. Прибор нечувствителен к перепаду и изменениям давления. Прост алгоритм поддержания температуры «обратной» воды в зависимости от температуры наружного воздуха.

У ST-1 нормальное «открытое» положение, т.е. при отсутствии команды или напряжения питания электромагнита клапана полностью открывается проход. При отсутствии питающего напряжения теплоснабжение не прерывается, что могло бы иметь место при электродвигательном или другом приводе.

Универсальный клапан можно

использовать как регулирующей и отсекающей и при ручном управлении. Система хорошо адаптируется к существующим тепловым узлам и при ее монтаже необходим минимум сварочных работ.

Таким образом, регулятор пригоден к установке в существующих и новых системах.

Регуляторы отопления ST-1 были установлены в корпусе № 3 ГП БелНИПИэнергопром, где до этого в течение двух лет проводилось регулирование подачи тепла вручную дежурным персоналом. Это снизило теплотребление в 1,5 раза, что позволило окупить расходы на установку регулятора менее чем за один отопительный сезон. Аналогичные результаты получены после установки ST-1 в тепловом узле административно-производственного здания РУП «Белэнергоавтоматика». Здесь среднемесячное потребление сетевой воды уменьшилось на 38,5%, а теплотребление - на 27,3%. Кроме того, испытания регулятора проводились на муниципальном предприятии «Ярославльводоканал», где экономия потребления тепловой энергии составила от 28 до 32%.

РУП «Белэнергоавтоматика» предоставляет заинтересованным предприятиям и организациям возможность приобрести готовый комплект регулятора для самостоятельной установки, либо заключить договор на поставку и монтаж регулятора в тепловые узлы многоквартирных жилых домов, административных зданий, промышленных предприятий, зданий соцкультбыта, лечебных и санаторно-профилактических заведениях и пр.

Стоимость регулятора отопления с учетом комплектующих (циркуляционного сетевого насоса, блока питания 220 В/15 В, запорной арматуры, трубопроводов, импульсных трубок и пр.), монтажа и наладки составляет порядка 900 долларов США.

Предприятие гарантирует исправную работу регулятора в течение 18 месяцев со дня установки.

РАЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Уровень энергопотребления предприятия определяется (рис. 1), с одной стороны, энергоемкостью установленного технологического оборудования, а, с другой - режимами его эксплуатации, которые задаются, исходя из производственных потребностей. Изменение первой составляющей требует замены устаревших энергоемкого оборудования и техпроцессов более современными, т.е. связано с модернизацией производства и привлечением крупных инвестиций, что в нынешних условиях проблематично. Поэтому необходимо обратить внимание на возможности минимизации второй, организационно - технической составляющей (ОТС).

ОТС энергопотребления предприятия (и ее стоимость) имеет многослойный состав, в рамках которого можно выделить по крайней мере шесть основных составляющих:

● **договорная, или фиктивная, составляющая (ДГС)**, свя-

*А. ГУРТОВЦЕВ,
старший научный
сотрудник, кандидат
технических наук, член-
корреспондент Академии
метеорологии*

занная с расчетами за энергоресурсы с поставщиками не по фактическим значениям энергопотребления, а по договорным и, как правило, существенно завышенным значениям, что приводит потребителя к финансовым потерям (примеры - двухставочный тариф по электроэнергии с заявленной максимальной мощностью; платежи за тепло, газ, воду исходя из расчетных значений энергопотребления по диаметрам труб).

● **тарифная составляющая (ТРС)**, связанная с расчетами за энергоресурсы с поставщиком по фактическим значениям энергопотребления, но не по самому выгодному для потребителя тарифу (при наличии альтернативных та-

рифов) из-за отсутствия учета, способного реализовать этот лучший тариф (пример - для ряда предприятий зонный тариф по электроэнергии выгоднее двухставочного тарифа, но требует для этого специальных счетчиков или систем).

● **режимно-тарифная составляющая (РТС)**, связанная с возможностью изменения режимов работы оборудования по времени и величине энергопотребления в заданных зонах суток (пиковых, полупиковых, ночных) с целью минимизации тарифных платежей в рамках одного и того же многозонного тарифа (пример - снижение нагрузки в часы пика и ее повышение в часы полупика или ночи при расчетах по зонным тарифам за электроэнергию).

● **технологическая составляющая (ТХС)**, связанная с нарушением технологического цикла и неэффективным использованием оборудования (простой или недогрузка оборудования при его полном энергопотреблении) по объективным и субъективным причинам.

● **личностная составляющая (ЛЧС)**, связанная с несанкционированным использованием персоналом производственного оборудования сугубо в личных целях.

● **бесхозная составляющая (БХС)**, связанная с незаинтересованностью, безразличием персонала на рабочих местах к энергопотерям различного вида.

На различных промышленных предприятиях указанные составляющие энергопотерь и их стоимости имеют разный удельный вес в рамках ОТС, но в сумме обычно достигают 15-30 % и более от общего энергопотребления предприятия и его стоимости.

Учет, контроль и минимизация составляющих энергопотребления и его стоимости возможны на предприятии только при авто-

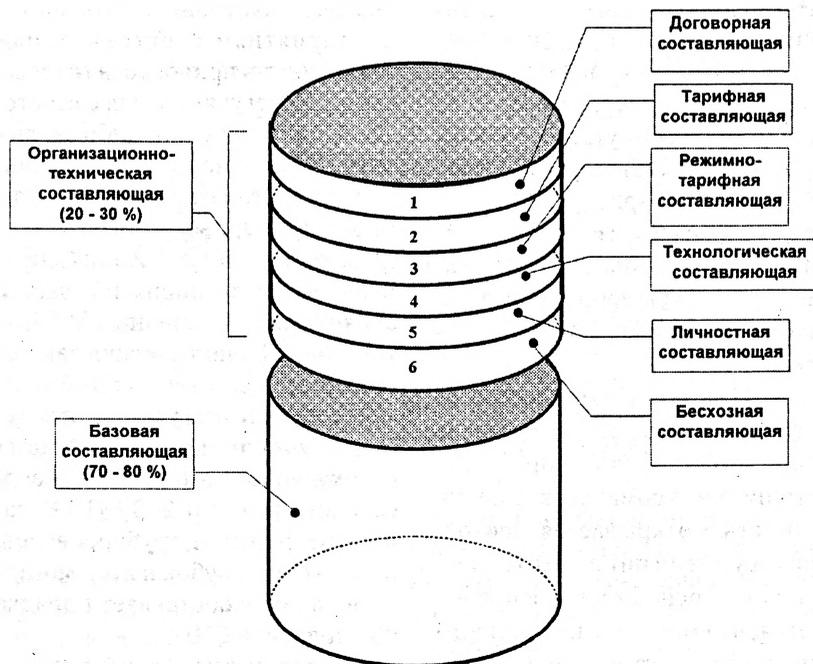


Рис. 1. Составляющие энергопотребления промышленного предприятия.

матизации энергоучета и являются одними из главных целей создания автоматизированных систем контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ). Величина экономического эффекта от использования АСКУЭ достигает по предприятиям в среднем 15-30 % от годового потребления энергоресурсов, а затраты окупаются за 2-4 квартала (данные приведены на основе авторского опыта внедрения АСКУЭ на многих предприятиях республики, а также опыта российских пользователей АСКУЭ), т.к. она позволяет полностью учесть все основные специфические, временные и пространственные характеристики процесса энергопотребления:

комплексность - потребление всех энергоресурсов в (электроэнергия, холодная, горячая и теплотрассовая вода, сжатый воздух, пар, газ, мазут и т. д.).

непрерывность - потребление энергоресурсов ежеминутно, ежечасно и круглосуточно.

цикличность - потребление по суточным, недельным, декадным, месячным, сезонным и годовым циклам.

ритмичность - потребление энергоресурсов в рамках суточного цикла в соответствии с человекомашинными ритмами предприятия.

неравномерность - волнообразное потребление энергоресурсов в рамках суточных ЦИКЛОВ.

точечность - потребление в каждой значимой точке технологического цикла.

территориальность - распределение процесса энергопотребления по территории предприятия.

объектность - отношение энергопотребления к тому или иному объекту предприятия: установке, участку, цеху, заводу, промышленной площадке, котельной, жилищно-бытовому сооружению.

Современные АСКУЭ в полной мере учитывают все вышеуказанные особенности процесса энергопотребления и обеспечивают непрерывный, точный, полный, достоверный, оперативный и долгосрочный, коммерческий и

технический энергоучет всех видов энергоресурсов по всем собственным и субарендным структурам предприятия, причем величина эффекта от использования АСКУЭ во многом зависит от полноты и глубины энергоучета, а также быстроты и удобства

доступа к информации АСКУЭ как со стороны отдела главного энергетика и руководства предприятия, так и со стороны руководителей энергопотребляющих подразделений предприятия.

Для обеспечения своего назначения современная АСКУЭ должна строиться как трехуровневая система (рис.2):

а) нижний уровень - первичные измерительные преобразователи (ПИП) с телеметрическими выходами, осуществляющие непрерывно или с минимальным интервалом усреднения измерение параметров энергоучета потребителей - расход, мощность, давление, температуру, количество энергоносителя, количество теплоты с энергоносителем - по точкам учета (фидер, труба);

б) средний уровень - контроллеры (К) (специализированные измерительные системы, или многофункциональные программируемые преобразователи) со встроенным программным обеспечением энергоучета, осуществляющие в заданном цикле интервала усреднения круглосуточный сбор измерительных данных с территориально распределенных ПИП, накопление, обработку и передачу этих данных на верхний уровень;

в) верхний уровень - персональная ЭВМ со специализированным программным обеспечением АСКУЭ, осуществляющая

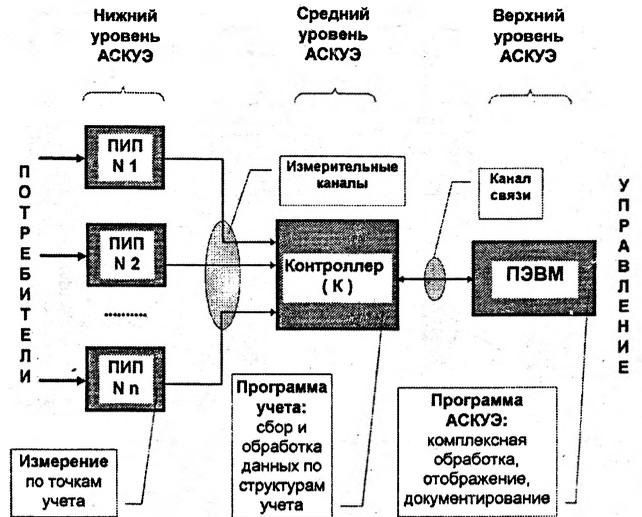


Рис. 2. Обобщенная структурная трехуровневая схема АСКУЭ.

сбор информации с контроллера (или группы контроллеров) среднего уровня, итоговую обработку этой информации как по точкам учета, так и по их группам - по подразделениям и объектам предприятия, отображение и документирование данных учета в виде, удобном для анализа и принятия решений (управления) оперативным персоналом службы главного энергетика и руководством предприятия.

Наиболее перспективной реализацией вышерассмотренной трехуровневой схемы является децентрализованная АСКУЭ (рис.3), которая конструируется на базе недорогих малоканальных систем учета со встроенным табло и клавиатурой. Такие системы устанавливаются непосредственно на контролируемых объектах и через среду связи подключаются к удаленной ПЭВМ главного энергетика предприятия. Децентрализованная АСКУЭ обеспечивает в реальном масштабе времени доступ к информации энергоучета всем заинтересованным лицам: как руководству предприятия, так и руководителям подразделений, котельной, обособленных хозяйственных объектов и субарендентам (доступ к информации на местах обеспечивается через пульт и клавиатуру систем, что не исключает их подключения к местным ПЭВМ с целью увеличения сервиса учета). Такая АСКУЭ позволяет приблизить машинный

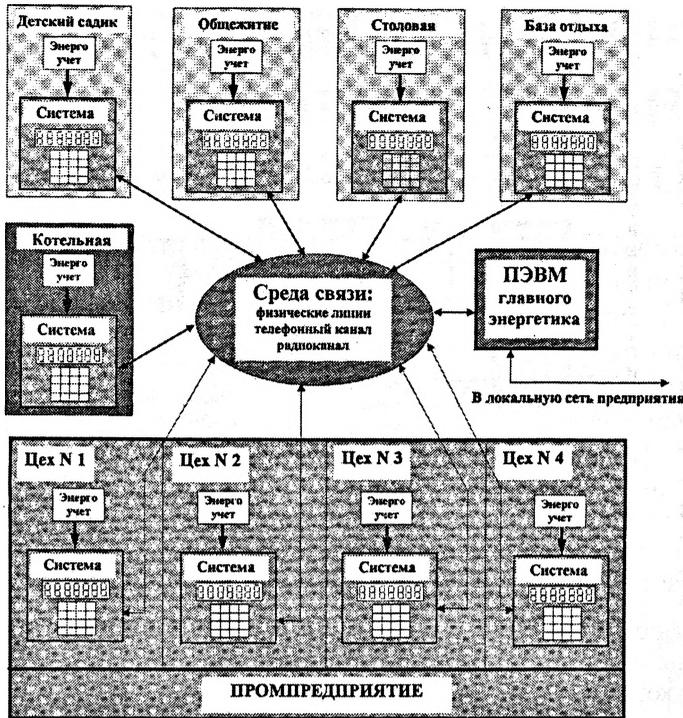


Рис. 3. Схема децентрализованной АСКУЭ промышленного предприятия.

интеллект к месту потребления энергоресурсов и благодаря этому оперативно и эффективно решать на местах задачи их учета, контроля и экономии. Данная структура АСКУЭ позволяет без противоречий объединить в рамках единой АСКУЭ функции коммерческого и технического учетов: одна или несколько малоканальных систем выделяются для решения задач коммерческого учета (и соответственно пломбируются энергоконтролирующими организациями для защиты от несанкционированного доступа), а остальные открытые системы решают задачи технического учета. Децентрализованная АСКУЭ, использующая системы учета с дополнительными функциями управления, может реализовать автоматическое управление нагрузкой (потребителями-регуляторами) непосредственно на местах установки систем (для производств с высокой технологической дисциплиной). Для средних и мелких предприятий реализация эффективной АСКУЭ требует зачастую применения на среднем уровне всего лишь одной-двух недорогих малоканальных систем энергоучета.

структурах по действующим тарифным системам по всем параметрам энергоучета с целью внешних и внутренних расчетов по энергоресурсам и обеспечения их рационального расхода;

- **контроль** энергопотребления по всем энергоносителям, точкам учета и вышеуказанным структурам учета в заданных временных интервалах (3-, 30- минут, зоны, смены, сутки, декады, месяцы, кварталы и годы) относительно заданных лимитов, режимных и технологических ограничений мощности, расхода, давления и температуры с целью экономии энергоресурсов и обеспечения безопасности энергоснабжения;

- **фиксация** отклонений контролируемых величин энергоучета и их оценка в абсолютных и относительных единицах с целью облегчения анализа энергопотребления и обеспечения его безопасности;

- **сигнализация** (цветом, звуком, распечаткой) отклонений контролируемых величин сверх допустимого диапазона значений с целью принятия оперативных решений и предотвращения развития аварийных ситуаций;

Децентрализованная АСКУЭ предприятия способна обеспечить следующие задачи:

- **комплексный автоматизированный коммерческий и технический учет** электроэнергии и энергоносителей по предприятию, его инфра- и интра-

- **прогнозирование** (кратко-, средне- и долгосрочное) значений величин энергоучета с целью планирования энергопотребления;

- **автоматическое управление** энергопотреблением на основе заданных критериев и приоритетных схем включения/отключения потребителей-регуляторов с целью экономии ручного труда и обеспечения качества управления;

- **обеспечение внутреннего хозрасчета** по энергоресурсам между цехами и подразделениями завода с целью экономии энергоресурсов и их рационального расходования на рабочих местах;

- **точный расчет с субабонентами** предприятия по энергопотреблению с целью справедливого распределения энергозатрат.

Отображение измерительной и расчетной информации энергоучета АСКУЭ осуществляется на ПЭВМ верхнего уровня в виде комплекса графиков, таблиц и ведомостей. На рис.4 приведен вид суточного графика нагрузки реального предприятия. Практика показывает, что графики энергопотребления являются наиболее эффективным средством контроля и принятия решения по управлению энергопотреблением. На графиках, как правило, фиксируются и все отклонения контролируемых величин от заданных лимитов, что ускоряет принятие решения по управлению энергопотреблением. Таблицы и ведомости применяются главным образом для итоговых балансов и расчетов между заинтересованными сторонами по энергоресурсам за отчетные периоды.

Необходимость наведения порядка в энергохозяйстве предприятия и жестком контроле своего энергопотребления за последние годы осознали многие (но далеко не все!) руководители предприятий. АСКУЭ стали появляться не только на крупных предприятиях (витебские заводы «Витязь», «Монолит», Жодинская трикотажная фабрика «Свитанок», Жодинский завод тяжелых штамповок), но на средних и небольших предприятиях, таких, например, как Клецкий маслосырзавод, Слуцкий мясо-

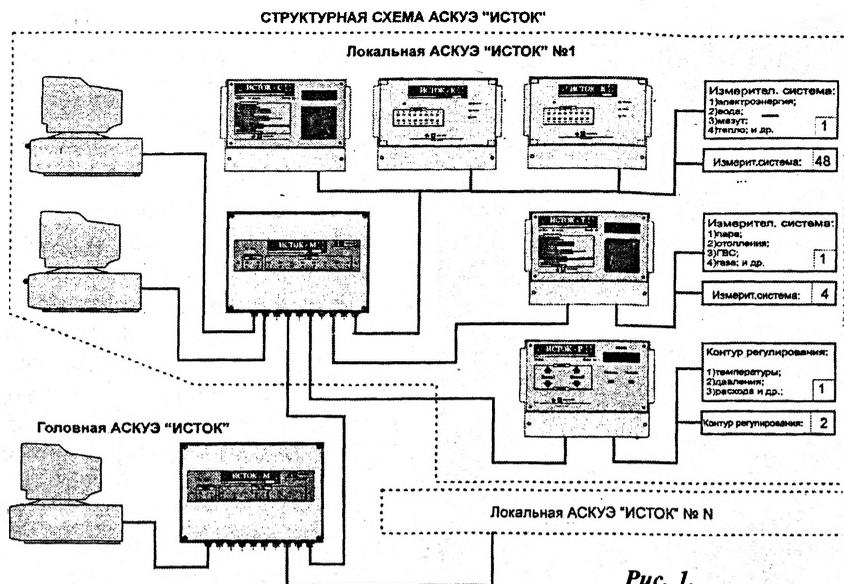


Рис. 1.

На первом уровне устанавливаются измерительные системы, представляющие собой, в общем случае, совокупность первичных измерительных преобразователей (ПИП) и цифровых вычислительных устройств, предназначенных для автоматизированного измерения и вычисления энергетических характеристик измеряемой среды (тепловая энергия с паром и водой, электроэнергия, газ и т.д.).

На втором уровне - вычислительная система на базе персонального компьютера (ПК) сменного мастера или главного энергетика, которая производит сбор и обработку информации от ИС в масштабе реального времени.

Объектно-ориентированное программное обеспечение (ПО) "Секунда-энергия", устанавливаемое на ПК, экономит время на обработку необходимой информации, поскольку обслуживающему персоналу нет необходимости выполнять расчеты, составлять уравнения и строить графики.

При очевидной независимости вышеприведенных подсистем АСКУЭ "ИСТОК" решение задач, экономии ТЭР возможно только в их жесткой взаимосвязи.

АСКУЭ "ИСТОК" первого уровня в общем виде строится на базе трех ИС:

ИС учета тепловой энергии с водой и водяным паром, газа, сжатого воздуха, воды строится

на базе преобразователя "ИСТОК-ТМ" (рис. 2);

Преобразователь "ИСТОК-ТМ" предназначен для коммерческого и технического учета пара (насыщенного и перегретого), теплофикационной воды, природного газа, сжатого воздуха и электроэнергии. Преобразователь "ИСТОК-ТМ" используется совместно с любым ПИП, имеющим унифицированный выходной токовый сигнал (0 - 20 мА), а также датчиком "ANNUBAR" фирмы "Honeywell Inc".

Преобразователь "ИСТОК-ТМ" обеспечивает вычисление любых параметров по 4 группам

учета и обеспечивает возможность полного расчета количества тепла и расхода в замкнутых системах с учетом трубопроводов подпитки.

Конструкция прибора обеспечивает надежную защиту от несанкционированного доступа и сохранность всех имеющихся в памяти данных при отключении электропитания на время, ограниченное сроком службы прибора и автоматическое возобновление работы при восстановлении электропитания.

ИС учета электроэнергии (др. видов энергоресурсов при применении ПИП с импульсным выходом) строится на базе сумматора "ИСТОК-С" и контроллеров сбора данных (КСД) "ИСТОК-К" (рис. 3).

КСД "ИСТОК-К" имеет: 16 входных ИК и внутренний тестовый канал, по которым обеспечивается независимый прием, обработка и накопление поступающей информации с разбивкой ее по полчасам и суткам, и мгновенной мощности потребления, усредненной за 3 мин.

Сумматор "ИСТОК-С" предназначен для эффективного контроля и учета потребляемой электроэнергии, мощности потребления электроэнергии (других видов энергоресурсов) по зонам суток, суткам и за расчетный период (2 месяца) по 48-и каналам измерения (ИК).

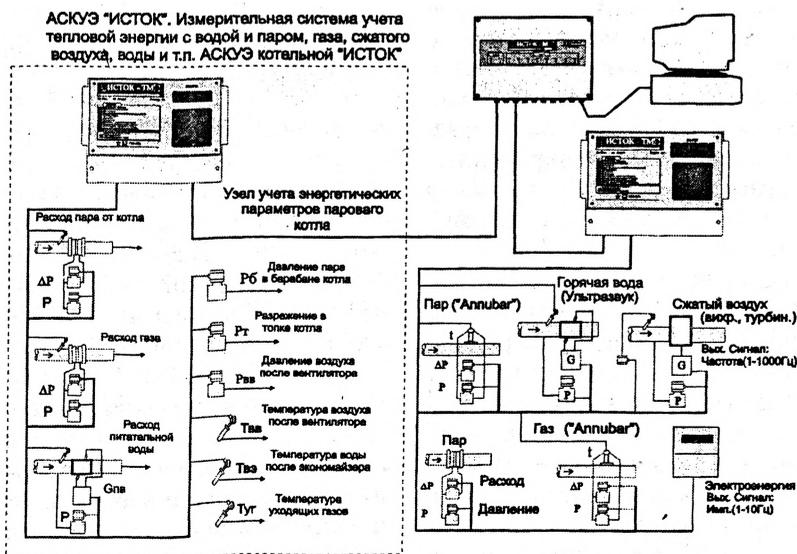


Рис. 2.

АСКУЭ «ИСТОК»; Пример построения 48 канальной измерительной системы электрической энергии на базе сумматора «ИСТОК-С» и контроллеров «ИСТОК-К»

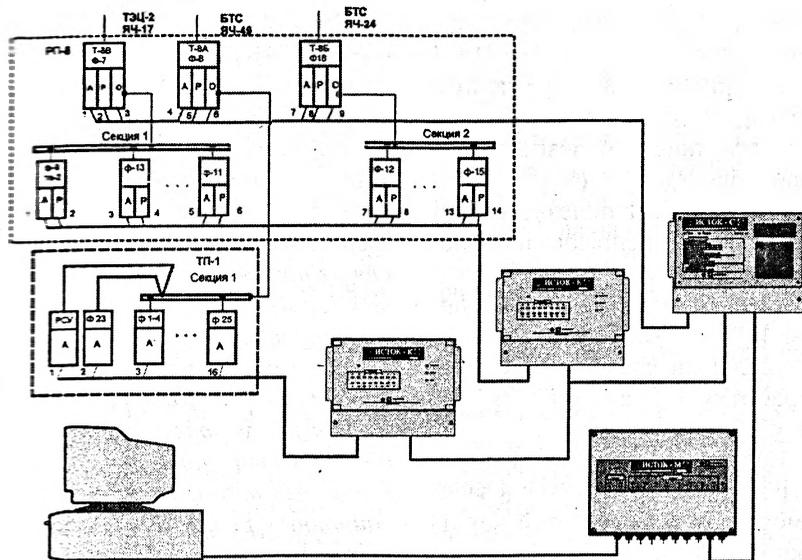


Рис. 3.

ИС регулирования температуры и давления строится на базе регулятора «ИСТОК-Р» (рис. 4).

Микропроцессорный программируемый регулятор «ИСТОК-Р» предназначен для автоматического регулирования расхода теплоносителя в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, горячего водоснабжения, а также управления технологическими процессами (температура, давление, расход и т.п.).

Регулятор «ИСТОК-Р» используется совместно с любым ПИП. Он обеспечивает прямое измерение и вычисление температуры, и (или) давления по четырем ИК, а также управление по двум независимым контурам регулирования.

Регулятор «ИСТОК-Р» обеспечивает работу как в автономном режиме, так и в составе АСКУЭ «ИСТОК». Конструкция прибора обеспечивает надежную защиту от несанкционированного доступа и сохранность всех имеющихся в памяти данных при отключении электропитания на время, ограниченное сроком службы прибора и автоматическое возобновление работы при восстановлении электропитания.

АСКУЭ «ИСТОК» второго уровня строится на базе мультиплексора «ИСТОК-М» и объектно-ориентированного программного обеспечения (ПО) «Секунда-Энергия», устанавливаемого на ПК.

Мультиплексор «ИСТОК-М» (рис.1), обеспечивает создание сети на базе ИС первого уровня (вычислителей) и базового ПК. ПО «Секунда-Энергия», осуществляет оперативный сбор информации с первичных ИС для дальнейшей обработки в виде документов, таблиц, графиков и т.д.

Внедрение АСКУЭ «ИСТОК» позволяет:

1)автоматизировать учетно-управленческую деятельность службы главного энергетика и сократить непроизводительные затраты энергоресурсов и рабочего времени;

2)увидеть реальную картину распределения энергетических потоков в соответствии с организационно-технической структурой предприятия;

3)проводить объективный анализ энергопотребления предприятия при различных режимах и условиях работы;

4)наладить должный контроль и учет энергоресурсов вплоть до каждого конкретного потребителя;

5)обеспечить объективный расчет удельных норм расхода энергоресурсов на единицу продукции.

Проводимые работы по техническому оснащению и реконструкции КИПиА на котельных показали, что существующий отечественный парк контрольно-измерительной и вычислительной аппаратуры не отвечает современным требованиям.

Проверка рабочих характеристик котлоагрегатов проводится эпизодически или, в лучшем случае, подекадно.

Оперативный персонал в основном полагается на собственный опыт работы, используя несовершенные приборы технического контроля.

Повсеместное применение автоматизированных систем контроля и управления котельными - (АСКУЭ котельной) позволит объективно анализировать и оценивать принимаемые технические, или организационные решения, направленные на экономию ТЭР, оптимальное управление котлоагрегатами и т.п.

Структура АСКУЭ «ИСТОК», определяющая технико-экономические показатели работы паровых и водогрейных котлов, зависит от типа котла и количества подключенных к нему ПИП. Например, построение ИС для аппаратной обвязки паровых котлов типа ДЕ; ДКВР; ГМ на базе пре-

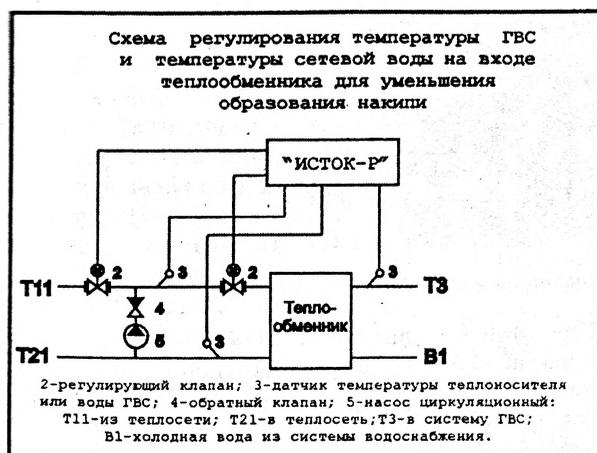


Рис. 4.

образователя «ИСТОК-ТМ» обеспечивает измерение не менее 14 основных технологических параметров в реальном масштабе времени.

Формирование оптимальных управляющих решений вычислительной системой АСКУЭ «ИСТОК» производится на основе оперативного расчета в реальном масштабе времени следующих основных теплоэнергетических параметров котельной установки:

теплопроизводительность котельной установки Q_k (Гкал/ч);
паропроизводительность котельной установки с учетом непрерывной продувки D'_k (кг/ч);
теплопроизводительность котельной установки за вычетом тепла непрерывной продувки Q''_k (Гкал/ч);

потери тепла с продувочной водой $q_{пр}$ (%);

потери тепла с уходящими газами q_2 (%);

потери тепла с химическим недогором;

потери тепла в окружающую среду q_3 (%);

коэффициент полезного действия «брутто» $\eta_{кбр}$ (%);

коэффициент полезного действия с учетом непрерывной продувки $\eta'_{кбр}$ (%);

часовой расход условного топлива $V_{чусл}$ (кг у.т./Гкал);

удельный расход топлива на выработку 1 Гкал тепла $V_{гккалусл}$ (кг у.т./Гкал).

Количество измеряемых параметров может изменяться в зависимости от особенностей конструкции котельной.

На основании выше изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Эффективность энергосбережения, а следовательно - работ по оптимизации эксплуатационных характеристик энергообъектов, как «большой», так и «малой энергетики» основывается на организации комплексных мер по созданию систем оперативного учета и управления работой энергообъектов с целью достижения их наилучших эксплуатационных характеристик с наименьшими затратами.

2. Повсеместное применение автоматизированных систем контроля и управления обеспечит объективный анализ и оценку принимаемых технических и организационных решений, направленных на экономию ТЭР, модернизацию энергообъектов и проведение мероприятий по недопущению создания аварийной обстановки.



15-Я ВСЕМИРНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

С 15 по 21 октября 2000 года в г. Риме проходила 15-ая Всемирная конференция по неразрушающему контролю (НК). В работе конференции приняли участие представители 58 стран мира, работало 10 секций по проблемам и 12 секций по применению НК в различных отраслях. Было представлено 755 докладов, в том числе от Беларуси 21 доклад, 4 из которых касались вопросов аккредитации лабораторий НК и сертификации персонала.

Руководителем секции «Компьютерная обработка и моделирование» был представитель ИИФ НАНБ профессор Венгринович В.Л. На секции обсуждено 42 доклада, в их числе доклады представителей белорусской науки профессора Венгриновича В.Л., академика Артемьева В.М., которые они делали совместно со

*С. ПОПОУДИНА,
исполнительный директор Белорусской
ассоциации неразрушающего контроля
и технической диагностики*



НА СНИМКЕ: группа белорусских участников конференции.

своими коллегами из Германии. С докладами «Национальные аспекты сертификации персонала в Республике Беларусь» (авторы Кочешков В.Н., Никифорова З.С., Левкович В.В.) и «Некоторые аспекты оценки технической компе-

тентности лабораторий НК и инспектирующих организаций» (авторы Никифорова З.С., Стабровская И.А.) выступили Левкович В.В. и Стабровская И.А.

Европейской Федерацией по НК (EFNDT) разработана Европейская программа сертификации персонала в области НК. Для ее внедрения создан исполнительный комитет в составе 3-х человек. В него вошли представители от Швеции, Австралии и Беларуси (Левкович В.В. - директор Центра сертификации персонала ФПК при БГПА).

Что касается аккредитации лабораторий НК, то был поднят вопрос о пополнении состава Рабочей группы (WG4) представителями стран, активно проводящих эти работы, в том числе и Беларуси.

Основная цель группы – объединять в одно целое, согласовывать и представлять интересы аккредитованных организаций (компаний), оказывающих соответствующие услуги. С практической точки зрения, общей задачей группы является выработка позиции EFNDT в отношении аккредитации лабораторий НК и инспектирующих органов с тем, чтобы создать гармонизированную Европейскую систему.

В частности, разработать исчерпывающий перечень технических требований по аккредитации; определять потребности в объектах стандартизации НК; содействовать расширению системы аккредитации отраслями промышленности и заинтересованными органами и др.

19 октября состоялось заседание рабочей группы 1 EFNDT «Квалификация и сертификация», на котором вручались сертификаты о

регистрации Органов по сертификации персонала в EFNDT. Такой Сертификат получен и Органом по сертификации персонала «Профсертико» (Республика Беларусь).

На заседании обсуждались также подходы по разработке единого стандарта по сертификации персонала взамен ИСО 9712 и EN 473, что в дальнейшем будет способствовать глобализации сертификации персонала НК в мире.

Во время работы Конференции 91 фирма демонстрировала свои разработки по НК и ТД (технической диагностике): приборы автоматизированного контроля качества, ультразвуковые толщиномеры и дефектоскопы, дефектоскопические материалы, автоматизированные приборы по расшифровке рентгеновских снимков и др.

Среди приборов нового поколения для контроля напряжения состояния стальных конструкций были приборы «Интримат» фирмы «Ди-

агностика» ИПФ НАНБ. В идеологии прибора впервые заложена оценка послышного распределения напряжений по толщине металла, подвергнутого поверхностному упрочению. Там же на выставке прибор «Интримат» был продан.

В работе конференции приняли участие ученые Института прикладной физики НАНБ академик П.П.Прохоренко, член-корреспондент В.М.Артемьев, доктора наук В.А.Рудницкий, И.И.Брановицкий, В.Ф.Матюк, В.Л.Венгринович, Н.П.Мигун, сотрудники «Профсертико», БАНК и ТД, ЦСЛ «Треста Белпромналадка», БелЖД, РУП «Азот», ГПТН «Дружба», ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод», ОАО «Белтрубопроводстрой», Молодечненский завод металлоконструкций, ПО «Гомсельмаш», ЗАО «АМТЕСТ», НТПП «ХИМОТЕСТ».

С материалами конференции можно ознакомиться в БАНК и ТД.

Мнение ученых

СЮРПРИЗЫ АЛЬТЕРНАТИВНОГО МОТОРНОГО ТОПЛИВА

Работы по экономии и замене нефтяного моторного топлива начались еще в 18 веке - на заре автомобилестроения. Заниматься этим делом чаще всего побуждал дефицит нефтепродуктов, а также их высокая стоимость. В частности, в годы второй мировой войны лишенная собственных месторождений нефти Германия очень быстро наладила крупнотоннажное производство искусственного жидкого топлива из бурого угля, ожижая его гидрированием под очень высоким давлением. А последние десятилетия некоторая часть автотранспорта Бразилии разъезжает на этиловом спирте - к радости водителей и их приятелей и знакомых. Его получают сбраживанием тростникового сахара: сладкий тростник неплохо растет в этой стране.

Количество альтернативных видов топлива не так уж и мало и диапазон стоимости довольно широкий. Одни из них (сжатые, сжиженные и др. горючие газы) де-



В. БОЧАРОВ,
кандидат химических наук

шевле, другие (водород, аммиак, гидразин) - намного дороже бензина. Среди заменителей солянки наиболее дорогими можно считать растительные масла. Например, по мнению специалистов, производство рапсового масла примерно вдвое дороже дизтоплива из нефти.

А вот в возможность производства бесплатного горючего, да еще в большом количестве и без использования промышленных

предприятий - поверить очень трудно. Тем более, что специальная литература об этом умалчивает. Но, тем не менее, такое, по всей вероятности, вполне возможно, и рассказ об этом лучше начать с анализа химической сущности топлива и продуктов его сгорания.

Любое сжигаемое с помощью кислорода топливо содержит атомы, способные окисляться. Это может быть углерод, водород и др. в свободном или связанном виде как в одиночку, так и вместе в одном веществе. Традиционное или альтернативное горючее чаще всего основано на углеводородах, т.е. содержит связанные атомы двух видов - углерод и водород. При этом их связь между собой позволяет окисляться каждому.

Углерод способствует образованию в цилиндрах многих вредных веществ. Одни из них вредят здоровью человека (окись углерода, бензпирен, сажа и т.д.), а другие наносят ущерб природе - углекислый газ способствует парни-

ковому эффекту, короче говоря, превращений земли в подобие Венеры.

В цилиндрах двигателя может сгорать и часть поступающего туда душного азота. При этом образуются его окислы разной степени окисления. Специалисты часто обозначают их формулой NO_x . Образованию этих продуктов благоприятствует высокая температура горения. Окислы азота очень вредны человеку. Попав в его организм при вдыхании загрязненного воздуха, они быстро превращаются в нитраты и нитриты. О механизме их вредного действия многие читатели давно уже знают.

Резко снизить содержание NO_x в выхлопных газах не так уж и трудно. Например, это достигается рециклом части выхлопа, а также разбавлением горючей смеси инертными газами, в том числе и водяным паром. Приходится лишь сожалеть, что такие приемы крайне редко применяются на практике.

А вот избавление от вредных веществ, основанных на атомах углерода, возможно только при использовании безуглеродного альтернативного топлива. Такое давно опробовано. В частности, в блокадном городе на Неве бензиновые моторы лебедек для подъема и спуска аэростатов воздушного заграждения работали на водороде, которого было много накоп-

лено в мирное время. Однако высокая стоимость этого простейшего безуглеродного горючего является главным препятствием для его массового использования.

Но водород может быть побочным продуктом некоторых процессов и входить в состав газообразных отходов. Например, в возможном случае образования бросового водородсодержащего газа написано в № 4 за 2000 г. «И-М» в статье «Роль воды в моторном топливе». В ней рассказано об изобретении американца Рудольфа Гуннермана. Ему удалось сжигать в модифицированном двигателе «коктейль», содержащий небывало большое количество (более половины) воды, смешанной с углеводородами. Изобретатель обнаружил ценное свойство своего водного топлива - пониженное содержание в выхлопных газах вредных веществ при полном отсутствии NO_x .

Такой результат можно было и ожидать: водное топливо содержит примерно вдвое меньшее количество углеводородов, а «разбавление» его водой приводит к снижению температуры горения. Но «слона-то» автор и не заметил.

А дело в том, что явная нехватка фундаментальных знаний в области химии и физики не позволила изобретателю разобраться в сущности процессов, происходящих в цилиндрах модифицированного им двигателя. И поэтому

американец не мог даже себе представить, что в составе выхлопных газов по его изобретению с большой вероятностью может присутствовать водород. И довольно много - более половины по объему. Остальные газы - азот и небольшое количество двуокиси углерода. От последней, при желании, можно избавиться промыванием выбрасываемых газов водой.

Водород имеет широкие концентрационные пределы взрываемости в смеси с воздухом: от 4,0 до 75 объемных долей в процентах. Высокое его содержание в выбросах двигателя Гуннермана при большом концентрационном диапазоне взрывоопасных смесей позволяет надеяться на большую вероятность сжигания выхлопных газов альтернативного топлива американца.

Устройства для получения энергии (тепловой или механической) из дармового топлива можно разместить как на борту транспортного средства, так же на прицепе, например, сельскохозяйственного комбайна. Наиболее рациональное применение необычному бесплатному горючему, естественно, могут найти специалисты. Но перед этим они, разумеется, должны убедиться в работоспособности изобретения Р. Гуннермана. Ведь даже для автора горючесть выхлопных газов может оказаться сюрпризом и неизвестно каким: приятным или наоборот.

Новое в технике

ИНВАЛИДАМ — ЭЛЕКТРОРИКШИ

Пять лет назад на одном из совещаний президент А. Лукашенко поручил начальнику СКТБ-007 Минского приборостроительного завода «Оптрон» Альберту Тарасову разработать усовершенствованные, оборудованные электроприводом инвалидные коляски. Сегодня можно констатировать, что коллектив бюро успешно справился с этой задачей. Называется новинка «вентильный управляемый электродвигатель типа «мотор-колесо». Как отметил А. Тарасов, созданная технология позволяет без технической и экономической интервенции западных фирм обеспечить определенную группу населения транспортными средствами наподобие электрорикш различных модификаций. Их производство, за исключением импортного аккумулятора, основано на отечественных

ресурсах: необходимые элементы поставляет завод «Интеграл», разработку экипажной части берут на себя Минский мотовелозавод и Белорусский протезно-ортопедический центр.

Преимущества ноу-хау очевидны. Это экологически чистый транспорт, его массовая эксплуатация влечет экономию энергоресурсов, а сочетание электрической и мышечной энергий позволяет избежать любителям велосипедных прогулок как усталости, так и гиподинамии. Максимальная скорость движения — 12-15 км/час или в режиме городского транспорта. Управлять таким средством проще простого. Цена также сравнительно доступна. Белорусские изделия будут стоить примерно 1000 - 1200 у.е.

Александр ФИЛИППОВИЧ («7 дней»)

Знай
наших!

ПРОФЕССОРУ С.С. АТАЕВУ — ЗВАНИЕ ВЫДАЮЩЕГОСЯ ИНЖЕНЕРА XX ВЕКА

Заслуженный деятель науки и техники Республики Беларусь, Заслуженный строитель страны, член специальной группы по строительству Европейской экономической комиссии ООН в Женеве - и это все он - ректор Белорусского института предпринимательской деятельности, профессор С.С. Атаев. А теперь ко всем его званиям и заслугам добавилась необычная номинация «Выдающийся инженер XX века». Это почетное звание Сергею Сергеевичу присудила Международная инженерная академия, в которую входят международные комитеты, научно-исследовательские институты и инженерные академии всех стран СНГ, Болгарии, Литвы, Сербии, Словакии. МИА имеет консультативный статус при ЮНИДО

(отделение ООН по промышленному развитию).

Чем прославился профессор С.С. Атаев? Его заслуги признаны во всем мире. Он восстанавливал белорусскую столицу, разрушенную в годы войны, на его счету - строительство в Минске телевизионной башни, площади Победы, многих промышленных и гражданских объектов.

Особенно хорошо Сергея Сергеевича знают в Белорусской государственной политехнической академии. Здесь он в течение десяти лет с 1969 по 1979 годы возглавлял кафедру «Технология строительного производства», студентов этот талантливый профессор учил по своим многочисленным учебникам по вопросам монолитного домостроения (всего

опубликовано 250 его научных трудов и книг), которые переведены на ряд языков. Ведь метод строительства, разработанный профессором Атаевым, широко применяется за рубежом. Бетонные дома, возведенные его способом, будут стоять не менее ста лет.

Большая заслуга С.С. Атаева и в том, что он подготовил 40 докторов и кандидатов наук.

После работы в БГПА Сергей Сергеевич несколько лет возглавлял НИИ БелУС Госстроя республики, а ныне является директором столичного Института предпринимательской деятельности.

Кроме профессора С.С. Атаева еще 69 самых известных ученых мира вступили в новый век в звании «Выдающийся инженер XX века».

К сведению
специалистов

ЧИСТО И ПРИБЫЛЬНО

По сообщению главного инженера предприятия В.Л. Салопнова на Витебском ОАО «Доломит» разработана и внедрена система отбора тепловой энергии с системы охлаждения турбокомпрессорной установки К-250-61-2 с дальнейшим использованием ее в качестве теплоносителя для обогрева производственных зданий и сооружений.

Часовая выработка тепловой энергии — 0,845 Гкал/час с одной турбокомпрессорной установки. Система автоматизирована и безопасна в эксплуатации.

Начальником цеха предприятия Н.В. Колбом в целях предотвращения загрязнения канализационных стоков при эксплуатации компрессорных станций (типовой проект 5К-100А) предложено устанавливать в прямке

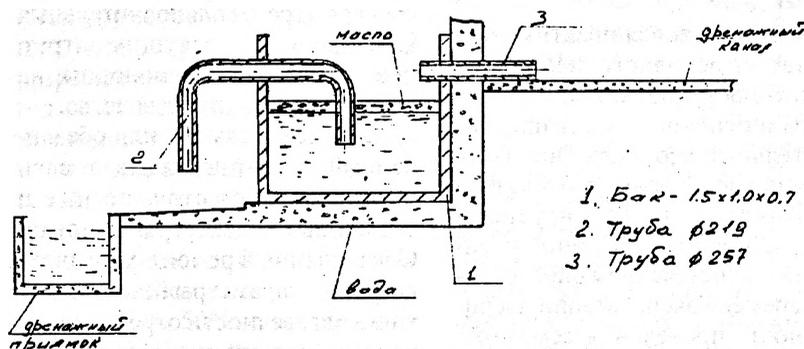


Рис. 1. Нефтеловушка.

слива воды с каналов нефтеловушку (рис. 1) для отделения масла, которое может пролиться в случае аварийных ситуаций, и

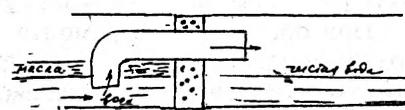


Рис. 2. Схема установки простейшей нефтеловушки на открытых каналах.

последующей его откачки шестеренчатым насосом в бак для отработанных масел.

По такому же принципу можно устанавливать нефтеловушки и на выходе ливневой канализации в открытом исполнении для предотвращения попадания масел и мазута в водоемы (рис. 2).

**Заинтересованные
могут навести справки
по тел. 8-0212-292609, 292166.**

ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗНОШЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

С учётом экономической сущности износа активной части основных производственных фондов как постепенной утрате ими своей потребительской и меновой стоимости, изношенным следует считать оборудование, когда амортизационные отчисления на полное восстановление оборудования не переносятся на себестоимость продукции, работ, услуг, т.е. оборудование, находящееся в работоспособном состоянии, некоторые параметры которого близки к критическим.

Основная особенность изношенного оборудования – работа в зоне прогрессирующего изнашивания и повышенная вероятность отказа. Опыт показывает, что проблему эффективного использования оборудования нельзя разрешить только технически. Значительное влияние оказывает «человеческий» фактор: квалификация обслуживающего персонала, его желание и умение повышать эффективность использования всех видов ресурсов.

В сложившейся практике эксплуатации основного технологического оборудования любые ремонты в основном носят предупредительный характер. Они лишь частично вызываются отказами. Большая часть их планируется и связывается с той или иной наработкой или истечением определённого времени эксплуатации. Периодичность проведения ремонтов, их техническое содержание (состав) и стоимость являются инструментами управления.

На разных стадиях жизненного цикла оборудование претерпевает изменения, вызванные необходимостью удовлетворения меняющихся потребностей отрасли или региона. Любые изменения в технологии и конструкции изделий требуют адекватных изменений в системе технического обслуживания и ремонта оборудования (ТОРО), потока запасных частей, квалификации обслуживающего персонала.

С. ГУБАРЬ,

доцент,

кандидат технических наук

Изменение потока запасных частей отражается на объёме оборотных средств, на распределении работ между подразделениями ремонтных служб, расчёте норм страховых и иных запасов.

В условиях повышения уровня автоматизации и непрерывности технологических процессов всё более усиливается влияние ремонтной службы на экономику основного производства. Для уменьшения воздействия ремонтов оборудования на непрерывность производственного процесса и сокращения производственных потерь вынужденно предпринимаются экстенсивные меры повышения надёжности производства: резервирование оборудования, увеличение численности ремонтных рабочих и производственных мощностей ремонтных служб. Каждый из перечисленных способов требует дополнительных капитальных и текущих затрат, непосредственно влияющих на рентабельность производства.

Индивидуальный или обезличенный ремонт накладывает свои ограничения на стоимостные и временные параметры ремонта. Обезличенный ремонт усредняет возраст и параметры безотказности и долговечности отремонтированных изделий, которые остаются примерно на одном уровне в течение ряда лет. Средние межремонтные ресурсы после первого и последующих ремонтов стабилизируются и становятся примерно равными, хотя межремонтные ресурсы отдельных изделий могут быть различными.

При обезличенном ремонте его продолжительность определяется в основном продолжительностью разборочно-сборочных и очистных операций сборочных единиц и деталей и не связана с продолжительностью выполнения

трудоемких операций по восстановлению или изготовлению деталей. Сокращение продолжительности ремонта достигается за счёт: разделения разборочно-сборочных и ремонтно-восстановительных работ, не связанных с ремонтом конкретного изделия; рационального разделения труда исполнителей с соответствующей их специализацией; рациональной специализации производственных участков и рабочих мест, их размещения с технологическим потоком; рациональной загрузки ремонтного предприятия.

Инвестиционные возможности предприятий находятся в прямой зависимости от: системы амортизационных отчислений; системы исключения из налоговой базы инфляционных потерь и ставок налога на прибыль; системы льгот на инвестируемые средства.

Система амортизационных отчислений должна соответствовать техническому прогрессу в сфере производства, а уровень налогов на прибыль обеспечить возможность инвестировать собственные доходы в расширение производства товаров и услуг.

В рамках действующего закона Республики Беларусь «О бухгалтерском учёте» предприятиям предоставлено право самостоятельно выбирать способы ведения бухгалтерского учёта. В зависимости от выбранных способов начисления амортизации, метода оценки производственных запасов, метода определения выручки будут зависеть суммы основных элементов налогооблагаемой базы – амортизации, материальных затрат, себестоимости, прибыли, синхронность получения денежных средств и возникновения задолженности по налогам. /1/

Для преодоления технологического отставания необходима корректировка граничных условий в сфере амортизационной политики и подоходного обложения предприятий в следующих направлениях:

- сокращение сроков амортизации производственного оборудования;

- реструктуризация основных фондов предприятий и консервация неиспользуемых с последующей продажей;

- защита амортизационных отчислений от инфляции;

- создание более чёткой системы льгот, направленных на стимулирование снижения энергоёмкости.

В рыночной экономике важнейшим показателем обеспечения финансовой самодостаточности предприятий является прибыль. В условиях высокого налогового бремени интерес государства к прибыли как к объекту налогообложения преобладает над интересом к ней как показателю эффективности. Это побуждает субъекты хозяйствования сдерживать рост прибыли. В этом случае внешняя для них налоговая среда заставляет предприятия руководствоваться не стратегией роста, а выбирать стратегию выживания.

Расширение граничных условий налоговой системы предоставляет предприятиям возможность выбора наиболее экономически эффективных направлений развития предприятия, преодоления технологического отставания и снижения энергоёмкости.

При разработке учётной, амортизационной и налоговой политики предприятия необходимо учитывать их взаимовлияние. В [2] показано, что изменение амортизационной политики в сторону её уменьшения, привело к уменьшению суммы амортизации, снижению себестоимости, увеличению балансовой и чистой прибыли, одновременно к увеличению суммы налогов, уплачиваемых в бюд-

жет и уменьшению общей суммы финансовых ресурсов. Следовательно, финансовые ресурсы как объект управления требуют анализа всех составляющих элементов в комплексе.

При хронической нехватке денежных средств у предприятий, амортизационный фонд становится в большей части номинальным, а не реальным источником финансирования капитальных вложений. В условиях инфляции и недостатка оборотных средств предприятия вынужденно пускали в оборот средства амортизационного фонда, что не давало возможности их предварительного аккумуляирования в целях последующего осуществления крупных инвестиций в основной капитал.

Начиная с середины 70-х годов в большинстве развитых стран шёл процесс повышения доли амортизационных отчислений в общем объёме капитальных вложений. Так в США она возросла с $50 \pm 58\%$ в 60-е годы до $70 \pm 76\%$ в наше время, в Германии – с $30 \pm 37\%$ до $55 \pm 60\%$, в Японии – с $32 \pm 35\%$ до $45 \pm 50\%$. Такой рост объясняется применяемой в большинстве развитых стран в той или иной форме ускоренной амортизации. Например, в Великобритании разрешается списывать в первый год до 25% стоимости оборудования и машин и до 100% стоимости зданий, возводимых в зонах развития. Во Франции оборудование, используемое в НИОКР и для очистки от загрязнения воды и воздуха, списывается на издержки из расчёта 50% их стоимости в первый год эксплуатации.

Использование ускоренной амортизации ведёт к уменьшению размера налогооблагаемой прибыли и, соответственно, к снижению

налоговых поступлений в бюджет. В случае, когда амортизированное оборудование продолжает эксплуатироваться, прибыль предприятия в пределах рыночной цены несколько возрастает и через несколько лет в бюджет вернутся все средства, авансированные таким образом на технический прогресс. Тем самым, применение ускоренной амортизации равнозначно отсрочке налоговых платежей.

Как следует из вышеизложенного, решение проблем эксплуатации стареющего или изношенного оборудования выходит за рамки деятельности конкретного предприятия и становится элементом государственной экономической политики. Здесь переплетаются интересы инвесторов, желающих ускорить оборачиваемость капитала; производственного персонала, эксплуатирующего и ремонтирующего оборудование в условиях неопределённости его назначенного срока службы; государства, стремящегося стабилизировать и увеличить «сегодня» сумму собираемых налогов и т.п.

Литература:

1. М. Ф. Фёдорова. *Финансовые ресурсы как объект управления финансами предприятия. // Проблемы менеджмента и маркетинга на рубеже третьего тысячелетия. Тезисы докладов международной научно – практической конференции. Минск 24 – 25 мая 1999г.*

2. Н.Н. Демчук, Л. А. Кондрашова. *Использование ускоренной амортизации основных средств для формирования инновационного фонда предприятий. // Проблемы менеджмента и маркетинга на рубеже третьего тысячелетия. Тезисы докладов международной научно – практической конференции. Минск 24 – 25 мая 1999г.*



ИЗ ДНЕВНИКА МЕХАНИКА И.И. ГАЙКИНА

...Вчера позвонил кинорежиссер Д.Д.Дыбин. Он снимает картину «Старуха в тисках любви». Старуху уже нашел. Просит помочь найти тиски. Пообещал ему поискать их в неликвидах.

...Сегодня жена призналась, что ее никто так сильно не прижимал, как молодой человек в 33-м троллейбусе...

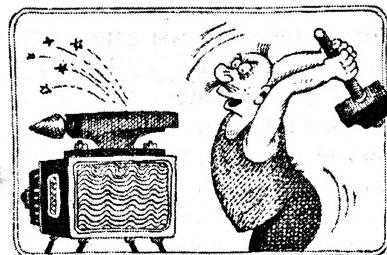


Рисунок О. ПОПОВА.

Внеплановый ремонт электротехники.

БЕЗ ВЕСУ, БЕЗ МЕРЫ НЕТ И ВЕРЫ

125 ЛЕТ назад в Париже была подписана Метрическая конвенция — первое в мире межправительственное соглашение в области метрологии. Этот документ сыграл важную роль в обеспечении международного единства измерений и усовершенствовании метрической системы мер. К конвенции первоначально присоединились 17 государств, в том числе и Россия. В настоящее время соглашение подписано 48 странами.

«ДЮЙМОВОЧКА», «мальчик-с-пальчик», «косая сажень в плечах» — каждый из нас не раз слышал и употреблял эти и другие образные выражения, касающиеся меры. И неспроста вошли они в обиход — большинство эталонов издавна строилось на размерах частей человеческого тела: стопы, локтя, большого пальца руки и т.д. Однако в разных государствах единицы измерения долгое время были произвольными, что привело к их огромному разнообразию в мире. Постепенно у человечества выкристаллизовывалась идея создания универсальной системы мер.

7 апреля 1795 г. во Франции был принят декрет о введении новой системы мер, которая получила название метрической. В 1799 был изготовлен и утвержден платиновый прототип метра. Размеры, наименования и определения других единиц системы были выбраны так, чтобы она не носила национального характера и могла быть принята всеми странами.

...ЗАТЕМ произошел переход к СИ — так сокращенно звучит в русской транскрипции название международной системы единиц «System International». В 1901 г. итальянский инженер-электрик Дж. Джорджи предложил классификацию механических величин, основанную на трех единицах: метре, секунде, килограмме. А чтобы связать механические величины, была введена новая едини-

ца в области электричества, показывающая величину силы тока — ампер. В 1948 г. на IX Генеральной конференции мер и весов было принято решение о создании практической международной системы единиц, основанной на 4 данных компонентах. В 1960 г. добавилось еще 2 — кельвин и кандела, а в 1971 г. — седьмая основная единица — моль.

В БЕЛАРУСИ использование СИ регламентируется постановлением правительства от 31.12.1996 г. «О единицах измерений, применяемых на территории РБ» и ГОСТ «ГСИ. Единицы физических величин». Для воспроизведения, сохранения, передачи единицы величин применяются эталоны различного уровня точности, лучшие из которых получают гордое название национальных, другие — исходных и рабочих.

Эталонная база является неотъемлемым атрибутом государственности любой высокоразвитой страны. Работа по созданию собственной эталонной базы началась в Беларуси в 1993 году с программы «Эталон». В 1995-м принят Закон «Об обеспечении единства измерений». Сейчас выполняется II этап Государственной

научно-технической программы «Стандарты», конечной целью которой является создание и модернизация 36 эталонов физических величин. За семь лет создано 5 национальных, 3.628 рабочих и 5 исходных эталонов. Перечислим национальные эталоны единиц: времени, частоты и шкалы времени; единицы температуры — Кельвина; напряжения переменного тока; координат цвета и спектральных коэффициентов направленного пропускания и диффузного отражения в диапазоне длин волн 0,2-2,5 мкм; магнитной индукции — Тесла.

Кстати, два последние из названных эталонов были созданы совсем недавно. Вот что рассказал доктор технических наук, научный руководитель задания по созданию эталона единицы магнитной индукции Михаил Мельгуй: «Над разработкой эталона два года трудился коллектив из восьми сотрудников лаборатории магнитных методов контроля Института прикладной физики НАН Беларуси. Здесь же прибор изготовлен. Общее количество средств магнитной индукции в республике около 500, а эталона для их поверки до последнего времени не было. Владельцы приборов вынуждены были отправлять их для аттестации в метрологические центры России или Украины. Затраты, связанные с этим (куда входят и командировочные расходы) составляли порядка \$600 на каждую поверку. Учитывая, что межповерочный интервал этих средств измерений — всего один год, можно приблизительно подсчитать сумму, ежегодно вывозимую на эти цели из Беларуси — около \$12 тысяч».

Таким образом, работа ученых позволит, во-первых, сохранить такую нужную стране валюту, во-вторых, повысить достоверность измерений в промышленности и научных исследованиях.

Маргарита ГОГОЛЕВА.



Рисунок Олега ПОПОВА.



Надо прикрыться зонтом безопасности!

Рисунки Андрея АШМЯНЦА.

Зонт безопасности —
издания ОО «БОИМ»



- При соблюдении правил, котел безопасен как сифон с газировкой.

- А газовый баллон - как газовая зажигалка.

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.

2. Пособия в вопросах и ответах в помощь персоналу, обслуживающему:

2.1. котельные установки.

2.2. сосуды, работающие под давлением.

2.3. трубопроводы пара и горячей воды.

2.4. компрессорные установки.

2.5. КИП, арматуру... оборудования повышенной опасности.

2.6. электроустановки.

3. Грузоподъемные краны. Расширение их возможностей.

4. Неисправности в работе котельных установок...

5. Методические указания по составлению паспортов трубопроводов IV категории.

6. Пособие для стропальщиков (в вопросах и ответах). В печати.

7. Пособие по обслуживанию электроустановок во взрывоопасных зонах. В печати.

8. Пособие по производству работ грузоподъемными механизмами. В разработке.

11. Журнал «Инженер-механик».

ОО «БОИМ» ГОТОВО ВЫПОЛНИТЬ РАБОТЫ

по составлению (восстановлению) паспортов трубопроводов пара и горячей воды 4-й категории, а также котельных с паровыми котлами (давление пара не более 0,07 МПа) и водогрейными котлами с температурой нагрева воды не выше 115° С.

проектирование реконструкции грузоподъемных механизмов:

●увеличение или уменьшение пролетов мостовых и козловых кранов; ●увеличение высоты подъема грузов; ●повышение грузоподъемности; ●переоборудование крюковых кранов на грейферные или магнитные; ●перенос

кабин кранов; ●усиление других узлов и элементов кранов; ●разработка технической документации по восстановлению элементов кранов после аварий, а также в случае отсутствия чертежей и технических условий заводов-изготовителей кранов и другие работы.

Журнал «ИНЖЕНЕР-МЕХАНИК» — маяк и компас научно-технического прогресса: научные разработки, инженерные решения, эффективность, качество, безопасность. Подписной индекс 00139.

Компьютерный набор, верстка и дизайн Елены ЖУЧКЕВИЧ.

Корректоры Наталия ПАВЛОВИЧ и Павел КОЗЛОВ.

Журнал выходит на русском и белорусском языках, в зависимости от языка авторских оригиналов. Мнение авторов публикуемых материалов может не совпадать с мнением редакции. Заказчики несут ответственность за содержание своих объявлений и рекламы.

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

Лицензия ЛП № 245 от 9.03.98 г. Подписано к печати 20.02.2001 г.

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

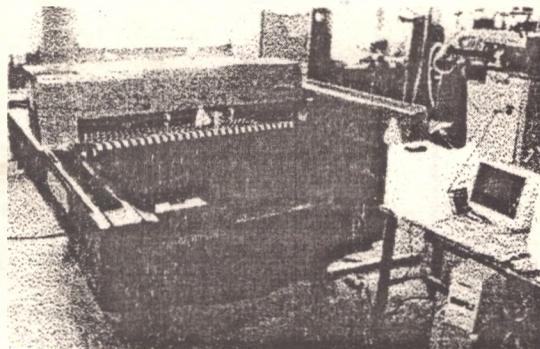
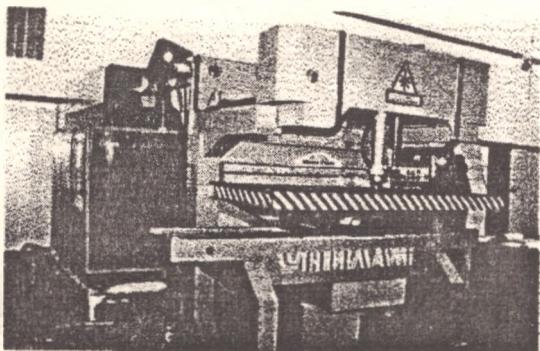
Тираж 600 экз. Заказ № 4

Отпечатано с готовых негативов заказчика в Физико-техническом институте Национальной Академии наук Беларуси. Цена номера договорная.

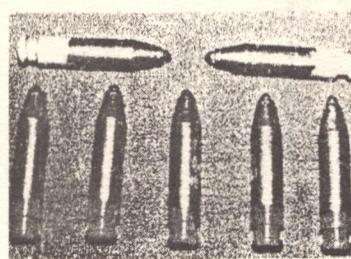
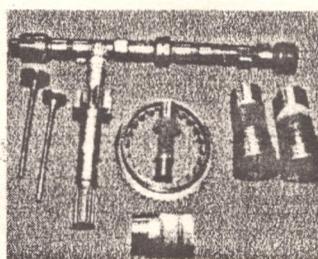
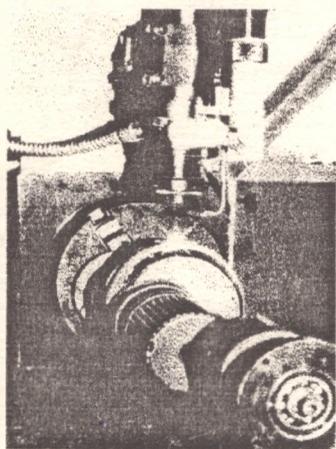
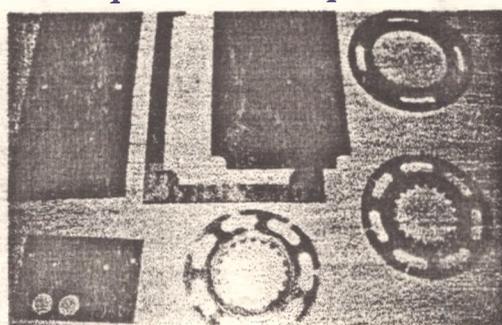


Разработки Физико-технического института Национальной академии наук Беларуси

Лазерное технологическое оборудование



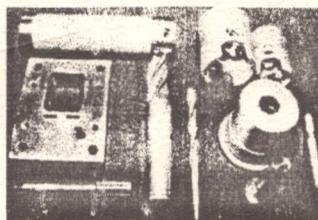
Упрочнение и восстановление деталей с использованием энергии лазера



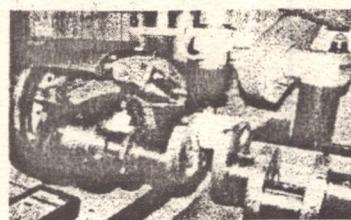
Широкий спектр деталей

Резцы РКС-1 после лазерного легирования

Нет поводок и короблений
Высокая твердость
и износостойкость
Восстановление прецизионных
деталей по заданной программе
Оборудование и обучение



Упрочнение штампов и пресс-форм



Восстановление коленвалов дизель-поездов

