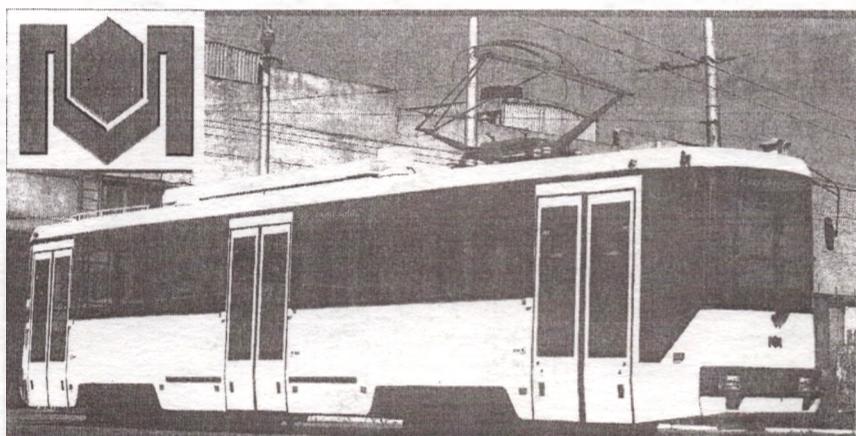


## РАЗРАБОТКА "Белкоммунмаша" Трамвайный вагон модели 1М БЕЗ ТРАМВАЯ В ГОРОДЕ НЕ ОБОЙТИСЬ!



*Ему не помеха автомобильные пробки на улицах.  
Две сотни пассажиров 1М в пределах часа могут  
переехать из одного конца Минска в другой*

Трамвай вагон оборудован тиристорно-импульсной системой управления тяговыми электродвигателями постоянного тока, позволяющей при движении экономить до 30% электроэнергии. Комфортабельный интерьер обеспечивает удобства для пассажиров и позволяет производить автоматизированную уборку салона. Кабина водителя спроектирована с учетом современных требований эргономики.

№ 3 (16)  
июль-сентябрь  
2002

**В добрый путь на 1М!**

**Вам выбирать!**

НА СОИСКАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРЕМИИ РАЗРАБОТКИ ФТИ НАН БЕЛАРУСИ	1
Новейшие достижения техники	9
РАЗРАБОТКИ МИНСКИХ И МОГИЛЕВСКИХ УЧЕНЫХ	12
РАЗРАБОТКИ ООО "БОИМ"	13
Сообщения с мест	15
Знаменательные даты	18
НАШИ ЗНАМЕНИТЫЕ ЗЕМЛЯКИ	19,36, 47
СЕМИНАРЫ РАЗРАБОТКИ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ	20
ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ	24
Новинки техники	26
РАЗРАБОТКИ БНТУ	32
Наука	37
Страница автомеханика	39
Не может быть на досуге	40, 43, 45, 47, 48

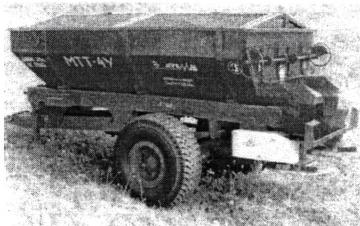


Рис. 1. Машина для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений МТТ-4У

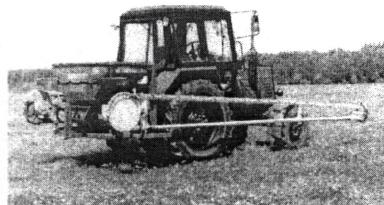


Рис. 2. Подкормщик штанговый навесной РШУ-12 в транспортном положении

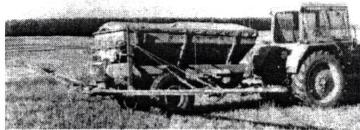


Рис. 3. Машина МТТ-4Ш в рабочем положении



Рис. 4. Машина для внесения жидких минеральных удобрений АПЖ-12 в транспортном положении

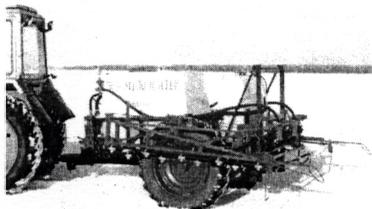


Рис. 5. Опрыскиватель прицепной штанговый ОПШ-15М

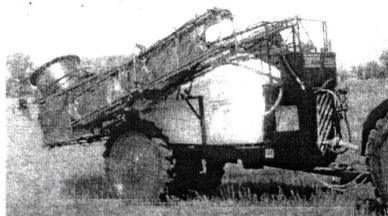


Рис. 6. Опрыскиватель объемного действия ОПО-18

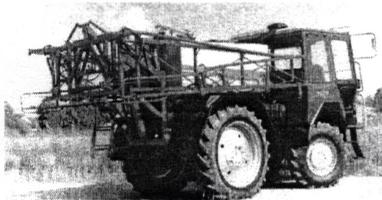


Рис. 7. Самоходный опрыскиватель ОСШ-2500

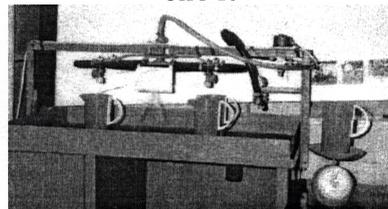


Рис. 8. Стенд для испытания и селективной подборки распылителей СИ-4-1

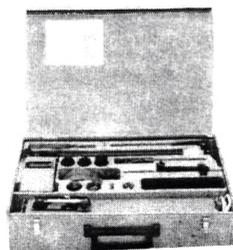


Рис. 9. Комплект для диагностики и настройки опрыскивателей ДНО-1

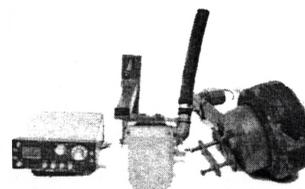


Рис. 10. Устройство автоматического согласования расхода рабочей жидкости со скоростью движения опрыскивателя

Смотри статью стр. 1

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

Учредитель - Белорусское общество инженеров-механиков

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

Главный редактор академик НАН Б С.А. АСТАПЧИК

Редакционная коллегия: М.С. ВЫСОЦКИЙ, А.Б. ЗУЕВ,

М. КРАСНЕВСКИЙ, Д.И. КОРОЛЬКОВ, Г.С. ЛЯГУШЕВ,

М.Г. МЕДВЕЦКИЙ, М.Г. МЕЛЕШКО, И.А. СОЛОДУХА,

К.Г. ЧЕСНОВИЦКИЙ, В.А. ШУРИНОВ

Компьютерный набор, верстка, дизайн Людмила Ходарина.

Выходит на русском и белорусском языках.

Содержание материалов может не совпадать с мнением редакции.

Содержание своих объявлений и рекламы.

Тираж 1000 экз. Цена 10 руб. Тел. 264-43-85, 264-60-10, 226-73-36.

Подписано к печати 26.08.2002 г.

Печать офсетная. Усл. печатных листов 5.

Цена номера договорная.

Издатель - Физико-техническом институте НАН Б.

*Редакция журнала "Инженер-механик" продолжает публиковать подборки материалов с описанием конструкций и технологических решений разработок, допущенных к участию в конкурсе на соискание Государственной премии 2002 г., которые, по мнению редакции, заслуживают высоких оценок.*

## ЧТОБЫ КОЛОС БЫЛ ПОЛНОВЕСНЕЕ, А ХЛЕБ – ВКУСНЕЕ И ДЕШЕВЛЕ.

Современное сельское хозяйство немислимо без применения средств химизации. Необходимость постоянного роста производства сельхозпродукции заставляет из года в год увеличивать объемы их применения, затраты на приобретение и внесение. При этом химизации принадлежит приоритетная роль среди других факторов интенсификации, включая механизацию, селекцию и др., поскольку минеральные удобрения и пестициды в наибольшей степени обеспечивают повышение урожайности и сохранность продукции. Между тем, все без исключения, средства химизации являются потенциально опасными веществами. Неграмотное их применение не только снижает эффективность, но и ухудшает качество растениеводческой и животноводческой продукции, наносит труднопоправимый урон окружающей природной среде, отражается на здоровье людей. И наоборот, при рациональном применении средств химизации достигается максимально эффективное использование их свойств при безопасном уровне остающихся в продукции элементов.

Превышение рекомендуемых норм, неравномерное распределение по полю, несоблюдение оптимальных сроков и способов внесения удобрений приводят к проникновению нитратов, сульфатов и хлоридов в грунтовые воды и повышению их содержания в воде, что вредно для людей и животных.

Пестициды, представляющие собой сложные органические соединения и относящиеся к ксенобиотикам, т.е. веществам, токсичным для человека и фауны, а в некоторых случаях и для растений, загрязняют окружающую среду еще в большей степени. При этом отличаются способностью вызывать побочные эффекты и отдаленные последствия.

Анализируя и оценивая с экономической и экологической точек зрения нынешнее состояние дел в области применения средств химизации, признать его удовлетворительным нельзя. По разным причинам в настоящее время теряются многие сотни тонн удобрений, плохое хранение средств

химизации приводит к изменению их физико-механических свойств, снижению эффективности. А самое главное, из-за отсутствия ряда машин для интенсивных технологий возделывания сельхозкультур, несовершенства существующих и неграмотной их эксплуатации недобор урожая исчисляется миллионами тонн, ухудшается экологическое состояние природной среды.

В соответствии с государственной программой охраны и рационального использования земель, утвержденной Постановлением № 183 Правительства Республики Беларусь 17 ноября 1994 г., для получения продуктивности пахотных земель в 50, сенокосов и пастбищ в 35 центнеров кормовых единиц с гектара ежегодно сельскому хозяйству требуется 2370 тыс. тонн минеральных удобрений в действующем веществе, в том числе 890 тыс. тонн азотных, 570 тыс. тонн фосфорных, 910 тыс. тонн калийных.

По расчетам НИРУП "Белорусский институт защиты растений" потребность сельского хозяйства Республики Беларусь в пестицидах составляет 6855,5 тонн, в том числе протравителей 1097,2 тонн, фунгицидов 906, гербицидов 4733,5 и инсектицидов 118,8 тонн.

Совершенно очевидно, что реализовать максимальный потенциал такого количества средств химизации возможно только при наличии соответствующей системы машин, оборудования и приборов.

В настоящее время потенциальные возможности минеральных удобрений, определяемые окупаемостью их зерном, используются не более чем на 60 процентов. Так, если 1 кг NPK (азот, фосфор, калий) должен окупаться минимум 7...8 кг зерна, то фактическая окупаемость удобрений в республике в последние годы составляет только 4,5...5,0 кг. Для сахарной свеклы эти цифры составляют соответственно 62 и 31,8 кг. Недобор урожая зерновых только от неравномерного внесения удобрений достигает 600 тыс. тонн ежегодно. Не лучше обстоят дела с применением химических средств защиты растений.

Главной причиной такого положения дел в об-

ласти химизации сельского хозяйства в настоящее время является количественное и качественное несоответствие существующей системы машин требуемым объемам работ по применению удобрений и пестицидов.

Так, по расчетам НИРУП "Институт защиты растений" нормативная потребность сельского хозяйства республики в опрыскивателях составляет 6500 машин (имеется в наличии не более 4500 шт. - 69%). То есть, один опрыскиватель приходится на 1100 га пашни (в Германии на 12 млн. га пашни имеется 30 тыс. опрыскивателей. То есть, на 400 га пашни приходится один опрыскиватель).

По данным республиканской станции защиты растений износ машин по применению пестицидов составляет более 70%. Более того, ряд хозяйств вообще не имеет в наличии таких машин. Так, на начало весенне-полевых работ в 1999 г. не имели опрыскивателей в Брестской области 16 хозяйств, Витебской - 30, Гомельской - 37, Минской - 16, Могилевской - 31 хозяйство. В последние два года ситуация существенно не улучшилась. Объясняется это тем, что до 1990 года парк машин для химизации в республике формировался за счет поступления их из России, Украины, других республик бывшего СССР. В Республике Беларусь они не производились. С 1990 года их поступление в республику практически прекратилось. За последние годы обновляется не более 1...3 процентов парка машин. Справедливости ради следует сказать, что и до 1990 года потребность республики в машинах для химизации по большинству позиций была удовлетворена не более чем на 60...70 процентов. В результате мы имеем предельно изношенную и морально устаревшую технику для внесения твердых и жидких минеральных удобрений и пестицидов.

Низкий уровень технического обеспечения сельского хозяйства республики является главной причиной невозможности широкого внедрения интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, без чего не может быть речи о существенном увеличении урожайности и конкурентоспособности сельхозпродукции.

*Земля никогда не возвращает без прибавки того, что получила.*

Цицерон

*От колоса до пирога путь очень долг.*

Авл Геллий

Сегодня Республика Беларусь вынуждена полностью решать самостоятельно вопросы технического обеспечения сельского хозяйства, ибо на закупку необходимого количества машин за рубежом она не обладает достаточным валютным запасом. Поэтому разработка и освоение производства в Республике Беларусь комплекса машин, оборудования и приборов для эффективного применения средств химизации является важнейшей народнохозяйственной задачей.

Ограниченность в стране материальных, финансовых, энергетических ресурсов и необходимость в этих условиях наладить производство огромного числа средств механизации сельского хозяйства заставляет изыскивать наиболее рациональные, экономически оправданные подходы к созданию отечественной техники.

Одним из важнейших требований является высокая унификация создаваемой техники с серийно выпускаемой, расширение ее функциональных возможностей, обеспечение при этом высоких технико-экономических показателей, делающих эту технику конкурентоспособной как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

Руководствуясь таким подходом, УП "БелНИИМСХ", совместно с РУПП "Бобруйскагромаш", ОАО "Мекосан", другими промышленными предприятиями республики практически решили все вопросы механизации высокоточного внесения основных и подкормочных доз как твердых, так и жидких минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Разработанный комплекс машин, оборудования и приборов включает машину МТТ-4У для внесения основных доз твердых минеральных удобрений (выпущено 61 шт.), подкормщик штанговый навесной РШУ-12 (выпущено 528 шт.), машину МТТ-4Ш для внесения основных и подкормочных доз твердых минеральных удобрений, машину АПЖ-12 для внесения основных и подкормочных доз жидких минеральных удобрений. Все эти машины успешно прошли государственные приемочные испытания и поставлены на производство (РУПП "Бобруйскагромаш").

Разработано и на заводе ОАО "Мекосан" освоено производство опрыскивателя ОПШ-15М (выпущено 310 шт.). Проходят испытания перспективные модели опрыскивателя ОПО-18 объемного действия и самоходного опрыскивателя ОСШ-2500 для межхозяйственных отрядов.

Разработан, изготовлен и поставлен во все районные объединения "Сельхозхимия" стенд для

испытания и селективной подборки распылителей СИ-4-1 (изготовлено 120 стендов).

Прошли государственные приемочные испытания устройство автоматического согласования расхода рабочих жидкостей со скоростью движения опрыскивателя, а также прибор ДНО-1 для диагностики и настройки всех узлов опрыскивателей (производство подготовлено на ОАО "Мекосан").

Фактический годовой экономический эффект в расчете на один комплекс машин, оборудования и приборов составляет 108 тыс. долл. США, на выпущенный объем - 15,54 млн. долл. Фактическая экономия валютных средств за счет импортозамещения - 6,9 млн. долл. США.

Ожидаемый годовой экономический эффект на полный объем внедрения в республике - 103 млн. долл., экономия валютных средств за счет импортозамещения - 250 млн. долл. США.

Производственные мощности предприятий-изготовителей позволяют обеспечить не только собственные потребности республики, но и выпуск указанных машин на экспорт.

Ниже приводим некоторые технические характеристики названных машин и устройств.

**Машина для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений МТТ-4У** (рис. 1) предназначена для поверхностного внесения основных доз твердых минеральных удобрений; выполнена в виде одноосного полуприцепа. Стоит из шасси, кузова, рассеивающих механизмов, подающих транспортеров с гидроприводом, туконправителя, электрооборудования и тента; агрегируется с тракторами класса 1,4; эксплуатационная производительность 8-16 га/ч; расход топлива 0,5-1,0 кг/га; рабочая скорость до 12 км/ч; рабочая ширина захвата: при внесении гранулированных удобрений 15-22 м; при внесении кристаллических удобрений 8-10 м; неравномерность внесения: по рабочей ширине захвата 22%; по ходу движения агрегата 10%; грузоподъемность 4 т; масса машины 2,5 т.

**Подкормщик штанговый навесной РШУ-12** (рис. 2) предназначен для внесения подкормочных доз гранулированных азотных удобрений под сельскохозяйственные культуры, возделываемые по интенсивным технологиям.

Конструкция подкормщика РШУ-12 защищена тремя авторскими свидетельствами СССР на изобретения.

Подкормщик состоит из рамы, бункера, левой и правой штанг с устройствами их навески на раму, механизма привода рабочих органов, опор и

кронштейна транспортного.

Штанги для распределения удобрений - это замкнутые трубчатые остовы с высежными отверстиями, соединенные фланцами с приводной и натяжной головками. Внутри каждого остова находится рабочая цепь с шайбами.

При движении трактора на принятой скорости и включенном ВОМ при отрегулированных заслонках на заданную величину, удобрения из бункера, побуждаемые ворошителем, поступают через приемные лотки в штанги, где подхватываются цепочно-шайбовым рабочим органом и перемещаются вдоль остова, двигаясь над высежными отверстиями, просыпаются через них. Избыток удобрений по возвратной ветви штанги возвращается в приемный лоток, где происходит догрузка и дальнейшее перемещение по замкнутому контуру с непрерывным высевом через дозирующие отверстия.

Машина обеспечивает высокую равномерность внесения азотных удобрений (неравномерность до 11%) благодаря чему гарантированно повышается урожайность зерновых культур от 2 до 4,3 ц/га.

Машина агрегируется с тракторами класса 1,4; эксплуатационная производительность 6-8 га/ч; расход топлива 1,1-1,5 кг/га; грузоподъемность 0,55 т; масса 650 кг.

**Машина для высокоточного внесения твердых минеральных удобрений МТТ-4Ш** (рис. 3) предназначена для поверхностного внесения основных и дробных доз всех видов твердых минеральных удобрений.

Машина разработана на базе машины МТТ-4У и подкормщика РШУ-12 и имеет с ними высокую степень унификации; защищена авторскими свидетельствами СССР. Обеспечивает высокоточное внесение азотных, калийных и фосфорных удобрений (неравномерность 10-15%), фосфорных - допускается до 22%.

МТТ-4Ш состоит из транспортного полуприцепа с двумя цепочно-прутковыми транспортерами, приемного бункера и высевающих штанговых рабочих органов, каждый из которых выполнен в виде замкнутого трубчатого контура (по типу РШУ-12).

С целью синхронизации работы двух последовательно работающих дозирующих устройств (шиберные дозаторы и дозирующие отверстия штанг) в приемном бункере установлен датчик уровня удобрений. Его назначение - при заполнении приемного бункера до определенной высоты подать сигнал на электромагнитный клапан, ко-

торый отключает гидропривод цепочно-прутковых транспортеров. В результате этого прекращается подача удобрений. При снижении уровня удобрений датчик отключает электромагнитный клапан и включает гидропривод. Подача удобрений в приемный бункер возобновляется.

Машина агрегируется с тракторами класса 1,4; эксплуатационная производительность 6-8 га/ч; расход топлива 1,0-1,5 кг/га; рабочая скорость до 12 км/ч; грузоподъемность 4 т; масса 2900 кг.

**Машина для внесения жидких минеральных удобрений АПЖ-12** (рис. 4) предназначена для поверхностного внесения основных доз жидких минеральных удобрений (КАС, ЖКУ) и внекорневой подкормки ими вегетирующих сельскохозяйственных культур.

АПЖ-12 состоит из следующих основных узлов: цистерны, тележки балансирующей с колёсами, сцепного устройства, привода, центробежного насоса, передачи карданной, регулятора расхода, делительной головки, штанги и вентилятора.

Цистерна цилиндрической формы с эллиптическими днищами, сварная, является несущей конструкцией. На ней смонтированы все сборочные единицы машины.

Рабочая жидкость забирается из цистерны с помощью центробежного насоса и подаётся в регулятор расхода, где происходит дросселирование ее потока. Отдросселированный поток поступает в распределитель и далее через сливные патрубки (50 шт.) на поверхность почвы. Для более интенсивного вытекания удобрений из распылителей (сливных патрубков) и дробления их на капли к ним под давлением подаётся воздух от вентилятора.

Машина агрегируется с тракторами класса 1,4; эксплуатационная производительность 9-11 га/ч; расход топлива 0,8-1,0 кг/га; рабочая скорость до 12 км/ч; рабочая ширина захвата 12 м; неравномерность распределения удобрений не более 10%; грузоподъемность 4,5 т; масса 4,5 кг.

**Опрыскиватель прицепной штанговый ОПШ-15М (ОП-2000М)** (рис. 5) разработан взамен вентиляторного.

Опрыскиватель оснащен дополнительным оборудованием для приготовления, дозирования и подачи дозы жидкого концентрированного пестицида (маточной жидкости) в основной бак опрыскивателя для приготовления в нем рабочей жидкости; вихревыми распылителями с обратным сливом, оборудованными отсеченными устрой-

вами, предотвращающими вылив рабочей жидкости через сопло распылителя при выключении насоса. Применение распылителей с обратным сливом жидкости позволяет использовать один типоразмер распылителей для всего рабочего диапазона доз вылива, что значительно упрощает эксплуатацию опрыскивателей.

Система распределения рабочей жидкости по ширине захвата штанги опрыскивателя выполнена пятисекционной (вместо двухсекционной у серийного опрыскивателя) с подачей жидкости каждой секцией к 4-5 распылителям, что существенно снижает показатель неравномерности.

Рабочая ширина захвата опрыскивателя 15 м; агрегируется с тракторами класса 1,4; рабочая скорость до 6-12 км/ч; производительность за 1 час основного времени 9-15 га; неравномерность распределения жидкости между распылителями 3-7%; вместимость основного бака 1200 л; вместимость дополнительного бака 200 л; колея (регулируемая) 1400-1800 мм; масса 980 кг.

**Опрыскиватель объемного действия ОПО-18** (рис. 6) отличается от известных активной подачей рабочей жидкости к обрабатываемому объекту с помощью воздушного потока.

Опрыскиватель предназначен для объемной обработки полевых культур пестицидами, а также для внесения жидких минеральных удобрений (КАС, ЖКУ) путем поверхностного опрыскивания ими растений в период вегетации.

Выполнен в виде одноосного полуприцепа. Состоит из шасси, бака для рабочей жидкости и промывочной воды, системы приготовления и подачи рабочей жидкости в основной бак, штанги, состоящей из центральной, двух средних и двух крайних секций, вентилятора с системой гидропривода, гидроцилиндров раскладывания и складывания штанг, подъема и опускания штанг, пневмуравков, регулирующей и запорной арматуры.

Распыленная рабочая жидкость воздушным потоком, создаваемым вентилятором, доставляется вглубь растений и отражаясь от земли, обрабатывает не только всю листовую поверхность, но и стебли растений мелкой дисперсной средой, что дает экономию пестицидов до 25%. Применение такого принципа опрыскивания особенно эффективно при обработке посадок картофеля, капусты, томатов и других сельскохозяйственных культур.

Машина агрегируется с тракторами класса 1,4; производительность за 1 час основного времени 18 га; рабочая ширина захвата 18 м; рабочая

скорость 8-12 км/ч; вместимость основного бака 2500 л; вместимость дополнительного бака 300 л; расход рабочей жидкости 100-400 л/га; колея 1400-1800 мм; масса 1820 кг.

**Самоходный опрыскиватель ОСШ-2500** (рис. 7) на базе самоходного модернизированного шасси ШУ-356 "Беларус" ПО "МТЗ".

Опрыскиватель состоит из бака для рабочей жидкости и промывочной воды, размывателя концентрата пестицида, штанги, состоящей из центральной, двух средних и двух крайних секций, насоса, гидроцилиндров для раскладывания и складывания штанг, гидроцилиндра для подъема и опускания штанг, устройства самозаправки, регулирующей и запорной арматуры.

Производительность опрыскивателя за 1 час основного времени до 21 га; рабочая ширина захвата 18 м; рабочая скорость 6-12 км/ч; диапазон норм вылива рабочей жидкости 75-400 л/га; вместимость основного бака 2500 л; вместимость бака для промывочной воды 200 л; колея 1800-2100 мм; клиренс 600 мм.

Разработаны и запущены в производство стенд для испытания и селективной подборки распылителей СИ-4-1 (рис. 8), комплект для диагностики и настройки опрыскивателей ДНО-1 (рис. 9), устройство автоматического согласования расхода рабочей жидкости со скоростью

движения опрыскивателя (рис. 10).

Все представленные машины, приборы и оборудование входят в рабочие программы и изучаются студентами факультетов механизации сельского хозяйства Белорусской сельскохозяйственной академии и Белорусского аграрного технического университета.

Совместные усилия разработчиков и производственников уже высоко оценены тружениками сельского хозяйства республики. Это один из кирпичей в фундаменте продовольственной безопасности нашей страны.

Работа "Разработка и освоение производства в Республике Беларусь комплекса машин, оборудования и приборов для повышения эффективности применения минеральных удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве", представленная авторским коллективом в составе: заведующего лабораторией РУП БелНИИМСХ Степука Л.Я., генерального директора РУПП "Бобруйскагромаш" Пахилко Е.П., директора РУП БелНИИМСХ Дашкова В.Н., ст. научного сотрудника РУП БелНИИМСХ Барабанова В.В., начальника СКТБ БелНИИМСХ Лабоцкого И.М., директора ОАО "Мекосан" Гузаревича А.Н. на соискание Государственной премии 2002г., еще раз подчеркивает плодотворность союза науки и производства.

## СКОЛЬКО БЫ НЕ БЫЛО "ЛЕГКОВУШЕК" БЕЗ ТРОЛЛЕЙБУСА И ТРАМВАЯ НЕ ОБОЙТИСЬ

Характерной особенностью развития современного общества является высокий темп роста городов и численности городского населения. Развитие городов сопровождается значительным расширением их территории, строительством новых микрорайонов с одновременным увеличением расстояния между жилой зоной, местами приложения труда и культурно – бытовыми центрами, зонами отдыха. В результате растет общая подвижность населения, число и дальность поездок жителей. Личный транспорт не в состоянии решить эту проблему, не говоря об экологии. Одним из путей ее решения является внедрение современного городского электрического транспорта, отвечающего последним достижениям науки и техники.

Широкое использование троллейбусов и трамваев в городах Белоруссии потребовало в свое время создания ремонтной базы для них. В связи

с этим в 1973г. введен в эксплуатацию ремонтный трамвайно-троллейбусный завод. После развала СССР на его базе создано ПРУП "Белкоммунмаш".

Накопленный опыт капитального ремонта троллейбусов и трамваев позволил ПРУП "Белкоммунмаш" разработать и утвердить в 1994 году концепции развития городского электрического транспорта в Республике Беларусь, а также, не снижая объемов капитального ремонта, начать выпуск новых троллейбусов и трамвайных вагонов собственной разработки.

Это потребовало перестройки работы всего коллектива ПРУП "Белкоммунмаш". В короткий срок разработать конструкцию и освоить серийное производство современного экономичного троллейбуса дело новое и непростое. Потребовалось создание особой методологии разработки, освоения и организации серийного производства,

направленной на сокращение сроков проектирования, обеспечение высокого уровня технико-экономических показателей конструкций и производства.

Оптимизация всего цикла работ от разработки конструкции до организации серийного выпуска – обеспечило решение поставленной задачи.

Для реализации и обеспечения выполнения Государственной научно-технической программы "Разработка и освоение производства Белорусского троллейбуса" в установленные сроки на ПРУП "Белкоммунмаш" был образован Инженерный центр с опытным производством, в состав которого были привлечены не только конструкторские и технологические подразделения объединения, но и специалисты ведущих научно-исследовательских учреждений города, в том числе оборонных предприятий. При выполнении работ по этой тематике было также установлено широкое сотрудничество с институтами Академии наук Республики Беларусь, БНПУ, другими научно-исследовательскими и проектными организациями республики.

Показатели эффективности технического уровня надёжности и долговечности новых троллейбуса и трамвая должны обеспечиваться конструктивно на стадии проектирования с учётом фактора времени. Поэтому основным методом при разработке, явился метод многовариантного проектирования и выбора оптимальных вариантов конструкции. Он требует накопления и статистической обработки большого количества информации о мировых достижениях и тенденции развития городского электрического транспорта (эргономики, технологии массового производства, эксплуатации и ремонта).

Применяя эти принципы и методы проектирования, уже в 1995 году ПРУП "Белкоммунмаш", выполняя Постановление Совета Министров Республики Беларусь "О мерах по развитию городского электротранспорта", завершило проектные работы, провело государственные испытания и наладило серийное производство первого белорусского двухосного троллейбуса модели 101 с контактно – резисторной системой управления тяговым двигателем.

Одновременно велись проектные работы по созданию принципиально нового двухосного троллейбуса модели 201 с тиристорно – импульсным управлением тяговым двигателем. В 1996 году начался его выпуск.

Если модели 101 и 101-10 созданы на основе

элементов и узлов троллейбусов, традиционно используемых в электротранспорте с применением комплектующих и материалов, производимых в РБ, для закрытия дефицита машин, образовавшегося в троллейбусных предприятиях, то модель 201 создана с использованием тиристорно-импульсной системы управления, системы контроля токов утечки, электронного статического преобразователя, оптимального набора гидропневмо автоматики и унифицированных элементов и узлов автомобилей МАЗ. Это позволило добиться решения одной из основных поставленных задач – снизить потребление электроэнергии до 30% по сравнению с троллейбусами, использующими контактно – резисторную систему управления.

Реальная экономия электрической энергии при использовании троллейбусов 201 по сравнению с троллейбусами ЗиУ-9 (производства РФ и наиболее распространёнными в РБ) в год превышает 40 тыс. кВт•ч.

При обновлении троллейбусного парка в РБ, насчитывающего более 1700 машин, троллейбусами модели 201 позволит экономить до 68 млн. кВт•ч электроэнергии в год.

Решая задачи концепции "Белорусский троллейбус", в объединении в 1998 году создан трехосный низкопольный троллейбус модели 333 с тяговым приводом переменного тока и микропроцессорной системой управления.

Благодаря наличию дизель-генераторной установки, троллейбус имеет возможность передвигаться вне контактной сети, что оставляет его мобильным при неисправностях контактной сети, ее отсутствии (новые микрорайоны, сложные дорожные развязки, маневрирование в троллейбусных парках). Впервые представленный на выставке автомобильной техники Минского автозавода, троллейбус вызвал острый интерес у транспортников. И тем, что в состоянии вместить более 160 пассажиров, и тем, что доехал до места стоянки на выставке с опущенными токоприемниками по улице, не оборудованной троллейбусной контактной сетью. Ясно, что способность нового троллейбуса легко выходить из заторов на линиях особенно важна в городах с интенсивным транспортным движением.

Конструкция этого троллейбуса является не только продолжением программы развития городского транспорта, но и выявляет наметившиеся тенденции в проектировании транспортных средств повышенной вместимости, в использова-

нии передовых технологий, эргономики и достижений современного дизайна. Кроме того, в новом троллейбусе решены вопросы теплоизоляции и коррозионной защиты.

Низкий, без ступенек пол, широкие дверные проемы, а также возможность дополнительного наклона (понижение уровня пола) правой стороны всего троллейбуса на остановках, при необходимости самостоятельное управление пассажирами отдельными дверями как снаружи, так и изнутри троллейбуса, удобные и рационально расположенные накопительные площадки в пассажирском салоне обеспечивают удобство и уменьшают время посадки – высадки пассажиров, включая детей, пожилых людей и инвалидов.

Троллейбус может быть оборудован выдвижной платформой для посадки пассажиров в инвалидных колясках. В его конструкции применены новые штангоуловители с пневматическим приводом, обеспечивающие надежную и безотказную работу троллейбуса на линии. Троллейбус оборудован видеосистемой, обеспечивающей хороший обзор за проездом спецчастей контактной сети.

Дизайнерское решение внешней формы отличается характерной для транспортных средств динамичной формой головного и прицепного звеньев кузова с проходящей вдоль всей боковой поверхности полосой остекления, снизу "увязанной" с ветровым стеклом, а сверху – с водосточным профилем.

Ветровое стекло большого размера смещено вниз, что обеспечило лучшую обзорность для водителя и положительно повлияло на пропорциональное соотношение с другими формообразующими элементами.

Для оформления интерьера пассажирского салона и кабины водителя применены принципиально новые материалы и цветовые решения.

В целом сочлененный троллейбус отличается выразительностью, рациональностью и компактностью. Основные композиционные решения выдержаны в едином стиле. На Московском автосалоне в 1999 году троллейбус награжден дипломом Союза Дизайнеров России в номинации "Форма + функция".

Математическое моделирование системы управления приводом троллейбуса позволило найти оптимальное решение построения структуры управления и защиту от влияния переходных процессов периферийных зон системы и самой системы.

Испытания опытных образцов троллейбусов проводились в различные периоды года при мак-

симальных нагрузках с имитацией различных ситуаций, возникающих при эксплуатации, на городских линиях городов Республики Беларусь и подтвердили заданные характеристики машин.

При проектировании особое внимание уделялось созданию рабочего места водителя высокой комфортности и безопасности, а также комфортности безопасности пассажиров.

В 1998 году на основе опыта разработки и изготовления троллейбусов различных моделей ПРУП "Белкоммунмаш" приступило к созданию трамвайных вагонов. Начиная с 2000 года было выпущено 6 трамвайных вагонов. При их создании с целью унификации были максимально использованы элементы и узлы троллейбусов собственного производства.

Освоение серийного производства троллейбусов модели 101, 201, 201-01, 201-03 и 333 было организовано на головном заводе Белремкоммунмаш в условиях дефицита производственных площадей. В связи с этим ряд узлов и деталей были размещены на предприятиях объединения. Кроме того, комплектацию для производства троллейбусов поставляют более 30 предприятий Республики Беларусь.

В том же 1998 году на базе шасси троллейбуса модели 201 были созданы троллейбусы модели 201-01 с контакторно – резисторной системой управления и модели 201-03 с транзисторной системой управления, а в 1999 году на базе шасси троллейбуса модели 333 - низкопольные двухосные троллейбусы модели 321 с транзисторным приводом переменного тока и модели 321-02 с тиристорно-импульсным приводом постоянного тока.

В основу конструкторских решений положены следующие факторы: безопасность перевозки пассажиров и комфортность их проезда, надежность и технологичность изготовления транспортного средства, простота его обслуживания при эксплуатации, современные направления в решении формообразования, комфортность рабочего места водителя.

Троллейбусы модели 201 и 333 имеют белорусские и российские патенты на промышленный образец. На них получены Сертификаты соответствия по отдельным свойствам троллейбуса в национальной системе сертификации РБ – БелСТ и в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов Госстандарта России. Получено "Одобрение типа транспортного средства" в системе БелСТ.

Для производства силового электронного обо-

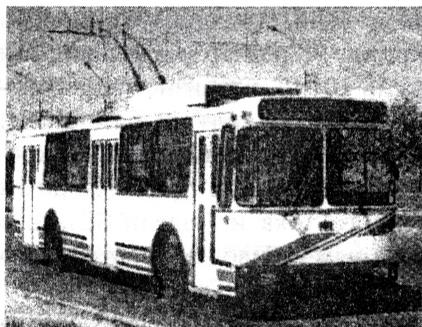
рудования троллейбусов и трамвайных вагонов в объединении создано предприятие с возможностью выпуска до 500 комплектов в год.

Важным звеном принятой методологии является комплексная система управления качеством, которая регламентируется действующими стандартами предприятия на всех стадиях разработки

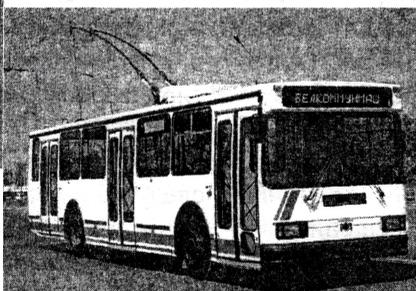
и внедрения новой техники. Такая система позволила до минимума снизить претензии потребителя и значительно повысить авторитет разрабатываемых моделей троллейбусов и трамваев.

Ниже приводятся некоторые сравнительные технико-экономические показатели новых троллейбусов.

Наименование показателя	101 двухосный	201-01 двухосный	201 двухосный	201-03 двухосный	333 трехосный, сочлененный, низкопольный	ЗиУ-682В (Россия)
Электродвигатель тяговый, тип	Постоянного тока ДК-213			Трехфазный асинхронный 8ML3550		ДК-213
Мощность, кВт	115			185		115
Система управления тяговым двигателем	Контакторно-резисторная		Тиристорно-импульсная	Транзисторная (IGBT)		Контакторно-резисторная
Уд. расход эл. энергии в городском цикле движения, Вт·ч/т.км	200		145	138		210
Масса снаряженного троллейбуса, кг	10893	10700	10515		28000	10887
Тип основания кузова	Лонжеронный. Профили открытого сечения из низколегированной стали. Повышена долговечность, улучшена технологичность изготовления и обслуживания троллейбуса.					Объемно-пространственный из тонкостенных труб.



**Троллейбус модели 101**



**Троллейбус модели 201**



**Троллейбус модели 333**

Пассажиры наших городов уже успели высоко оценить вклад создателей новых троллейбусов и трамваев в решение транспортной проблемы.

Работа "Разработка и серийное освоение производства троллейбусов и трамваев", представленная на соискание Государственной премии в области науки и техники авторским коллективом в составе: Курневич Георгий Петрович, главный конструктор ПРУП "Белкоммунмаш", Лайковский Роман Анатольевич, ведущий инженер-

конструктор ПРУП "Белкоммунмаш", Лашкевич Виктор Федорович, начальник конструкторского отдела ПРУП "Белкоммунмаш", Николаев Владимир Петрович, зам. генерального директора ПРУП "Белкоммунмаш", Сафонов Иван Иванович, генеральный директор ПРУП "Белкоммунмаш", Сорока Михаил Григорьевич, главный технолог ПРУП "Белкоммунмаш", свидетельствует о том, что белорусским специалистам по плечу решение очень сложных задач в сжатые сроки.

## ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ СВАРКА В БЕЛАРУСИ

Основным направлением научно-технической деятельности в Республике Беларусь должен стать инновационный путь развития с целью повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции. Недостаток или отсутствие в Беларуси собственных сырьевых ресурсов делает весьма актуальными разработку и использование ресурсосберегающих технологий обработки и изготовления изделий, обеспечивающих сокращение импорта и расширяющих возможности экспорта продукции.

Одним из весьма привлекательных направлений высоких технологий является электронно-лучевая сварка (ЭЛС). При электронно-лучевой сварке кинетическая энергия пучка электронов используется для расплавления ограниченных участков примыкающих друг к другу деталей с тем, чтобы застывающий расплав соединил их. Положительной стороной данного способа сварки является возможность создания высокой удельной мощности в пятне пучка при достаточно высоких мощностях всего пучка. В силу этого при ЭЛС прогрев зон деталей, примыкающих к сварному шву, существенно меньше, чем при других видах сварки.

Электронно-лучевая сварка нашла широкое применение в авиации, ракето-, кораблестроении, автомобильной промышленности, инструментальном производстве и других отраслях во многих странах мира. В первую очередь ЭЛС используется в тех случаях, когда иными способами сварки получить соединения невозможно.

Около 4000 сварочных установок составляет



*И.Л.Поболь  
Заведующий лабораторией электрофизики, к.т. н, доцент*

сейчас мировой парк оборудования для ЭЛС, из которых 30 % действует в Европе и около 50 % - в США [1]. Каждый комплект оборудования ЭЛС включает два основных комплекса: собственно электронно-лучевую аппаратуру, состоящую из пушки, источника питания, системы управления и т.д., и систему обеспечения вакуумной защиты свариваемого изделия. В зависимости от конкретных задач конструируются и изготавливаются вакуумные системы универсального назначения, проходного действия, т.н. "такт-машины" и системы вывода электронного луча из вакуума в атмосферу. Универсальное оборудование изготавливается с объемом вакуум-

ной камеры от менее 1 м<sup>3</sup> до 1500 м<sup>3</sup>. В такт-машинах благодаря очень малому объему вакуумной камеры достигается производительность выполнения операций сварки 1000-2000 деталей в час и выше, а в случае сварки ленточных материалов, а также вневакуумной ЭЛС процесс непрерывен. Это в сочетании с большой гибкостью электронного луча как рабочего инструмента и весьма большим диапазоном достигнутой единичной мощности электронно-лучевого источника делает этот метод более конкурентоспособным по сравнению со всеми традиционными методами сварки при изготовлении изделий гражданского применения. В мире изготавливается аппаратура с мощностью луча от нескольких сот ватт до 100-600 кВт. Наиболее доступной по ценовым параметрам является оборудование предприятия СЭЛМИ, Сумы, предлагающее следующую аппаратуру типа ЭЛА (табл.).

*Технические характеристики электронно-лучевой аппаратуры с мощностью луча 6, 30, 60 и 120 кВт*

Параметры	ЭЛА-6	ЭЛА-30В	ЭЛА-60В	ЭЛА-120
Максимальная мощность электронного луча, кВт	6	30	60	120
Ускоряющее напряжение, кВ	60	60	60	60
Ток электронного пучка, мА	0,1-100	1-500	1-1000	1-1000
Относительная нестабильность ускоряющего напряжения, %	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5
Относительная нестабильность тока электронного пучка, %	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5
Максимальный угол отклонения электронного пучка, °	±7	±7	±7	±7

Параметры	ЭЛА-6	ЭЛА-30В	ЭЛА-60В	ЭЛА-120
Расстояние от торца электронной пушки до свариваемого изделия, мм	50-450	100-500	100-500	100-500
Потребляемая мощность, кВА	10	57	90	220
Масса, кг	1400	2700	3000	6000
Максимальная глубина проплавления, мм:				
углеродистых сталей	10	75	100	200
аустенитных сталей	15	90	120	250
титановых сплавов	20	110	150	300
сплавов на основе алюминия	25	150	200	400

На рис. 1 представлена установка универсального назначения с энергоблоком ЭЛА-6.

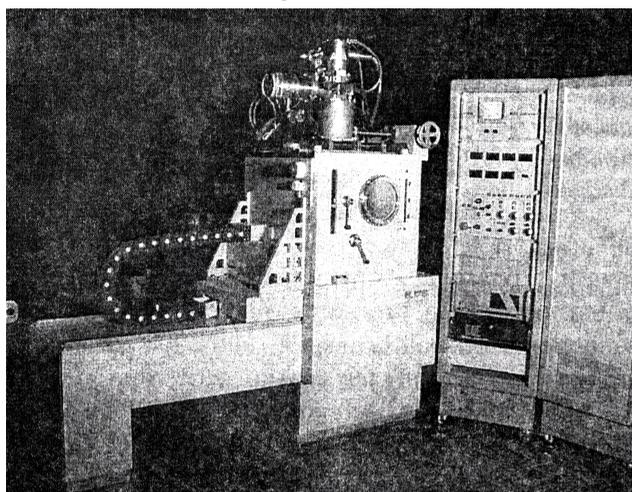


Рис. 1. Установка с энергоблоком мощностью 6 кВт

Электронным лучом можно проводить сварку как однородных, так и разнородных материалов: сталей, меди, алюминия, титана и их сплавов. Кроме того, ЭЛС позволяет получать соединения самых различных сочетаний металлов с керамикой и даже металлов с графитом. При этом отношение глубины шва к его ширине достигает 10/1 - 50/1, чего невозможно добиться другими способами сварки. Такой эффект называется глубоким кинжальным проплавлением (рис. 2).

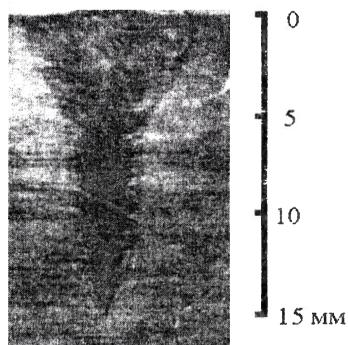


Рис. 2. Поперечное сечение сварного шва, полученного ЭЛС

Толщина свариваемых за один проход деталей может составлять от 0,1 до 400 мм. Как правило, процесс сварки электронным лучом проводится в вакууме и является экологически чистым. Вместе с тем, в последние годы в ряде стран (США, Франции, Германии) разрабатываются и все шире используются системы вневакуумной ЭЛС с проведением сварки при очень высоком и атмосферном давлении, в частности, для соединения стыков труб при прокладке трубопроводов, крупногабаритных узлов автомобилей, например, полых балок из алюминиевых сплавов.

Наиболее распространенными типами сварных соединений, изготавливаемых с использованием ЭЛС, являются стыковые, внахлестку и с опорой, Т-образные со сквозным швом, лобовые, отбортовочные и тангенциальные швы при сварке параллельно расположенных труб и некоторые другие (рис. 3).

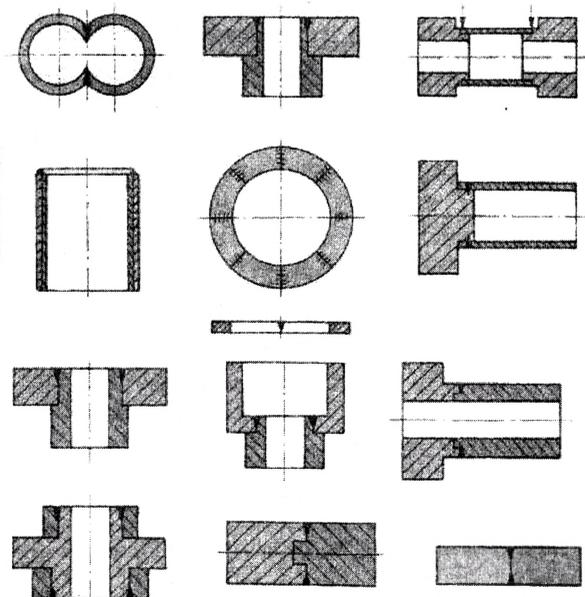


Рис. 3. Типы деталей, изготавливаемых с применением ЭЛС

В настоящее время ощущается все возрастающая потребность промышленных предприятий РБ в применении электронно-лучевой сварки. Например, при изготовлении деталей автомобилестроения сложной конфигурации (шестерен, валов, зубчатых колес и т.д.) использование электронно-лучевой сварки заготовок вместо технологии получения изделий из одной поковки позволит значительно уменьшить расход металла (до 30-50 %), высвободить металлорежущее оборудование и снизить затраты на металлорежущий инструмент. При применении ЭЛС производительность труда может быть повышена в десятки раз, скорость сварки - на 100 % и более по сравнению с традиционными методами сварки. Однако сейчас технологии ЭЛС в промышленных масштабах развиваются только на Минском тракторном заводе (для сварки нескольких видов шестерен) и ИП "Сандвик Бисов" (для сварки биметаллических ленточных пил).

Сварка лент из двух металлов при изготовлении полотен пил может служить примером того, как достигается технико-экономический эффект при использовании технологии ЭЛС и разумной замене материалов. Режущая кромка пилы выполняется из ленты высококачественной износостойкой стали, например, быстрорежущей типа Р6М5, а основное полотно - из более вязкой и более дешевой конструкционной. При последующей нарезке зубьев на ленте корни зубьев доводят до зоны мягкого материала, что снижает опасность их выкрашивания при эксплуатации.

В отличие от указанных предприятий, для которых оборудование изготавливалось под сварку определенных видов изделий, в распоряжении Физико-технического института НАН Б имеется универсальная установка на базе энергоблока ЭЛА-15 с мощностью луча до 15 кВт. Поток электронов может быть сфокусирован до диаметра 1 мм (в этом случае удельная мощность в фокальном пятне достигает  $10^7$  Вт/см<sup>2</sup>), расфокусирован до диаметра ~ 50 мм и развернут с использованием электромагнитной системы в зону любой формы. Установка позволяет выполнять сварку широкой номенклатуры деталей из различных металлов и их сплавов. При этом полный технологический цикл между последовательными загрузками составляет 10-15 минут.

Опыт промышленно развитых стран мира показал, что ввиду достаточно высокой стоимости оборудования для ЭЛС целесообразно создание специализированных участков, на которых квалифицированный персонал разрабатывает техно-

логические процессы сварки конкретных изделий и выполняет заказы промышленных предприятий. Такие формы организации получили наименование Job-Shop. В Физико-техническом институте создан производственный участок по электронно-лучевой сварке мощностью 5000 изделий в год. Кроме ЭЛС, проводится поверхностное упрочнение деталей из сталей, чугунов, сплавов алюминия и титана в режимах закалки из твердого и жидкого состояний, поверхностного легирования и наплавки, а также обработки предварительно нанесенных покрытий [1].

Основными направлениями развития ЭЛС в мире являются повышение качества и надежности соединений (что ведет к расширению областей применения) и снижение инвестиционных и эксплуатационных затрат на подготовку производства и реализацию технологий. Проектируются и изготавливаются установки, обеспечивающие максимальную степень автоматизации, в том числе очистку свариваемых деталей, их механическую стыковку перед проведением ЭЛС и контроль качества сварки. Разрабатываются национальные и международные стандарты, унифицирующие требования к установкам для ЭЛС, качеству сварных соединений.

Авторами разработан стандарт Республики Беларусь СТБ 1149-99 (впервые в СНГ), устанавливающий 3 уровня качества сварных соединений, получаемых методом электронно-лучевой сварки (рис.4).

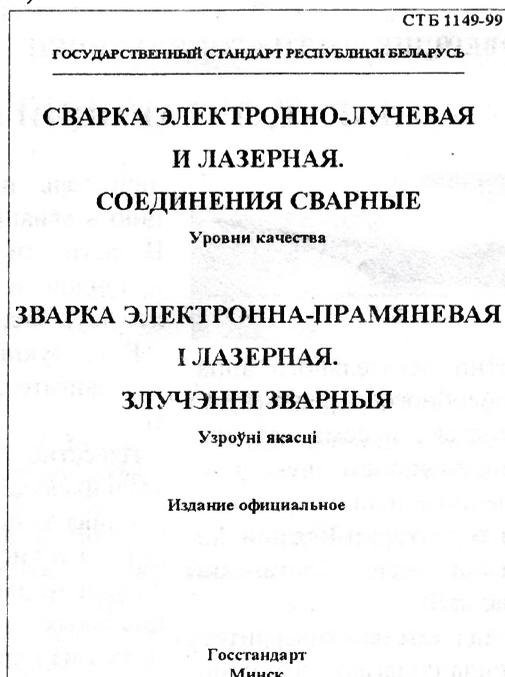


Рис. 4. Стандарт на качество сварных соединений

Необходимый уровень качества соединений выбирается совместно конструктором, изготовителем и потребителем продукции еще на стадии проектирования изделия. При этом принимаются во внимание конструкция соединения, последующая обработка поверхности, характер напряжений, условия эксплуатации, экономические факторы и др.

Методы достижения требуемого качества и надежности сварных соединений связаны с оптимальным выбором основных параметров процесса сварки. В Физико-техническом институте изучено влияние режимов ЭЛС на глубину и качество сварного шва, разработаны технологические процессы электронно-лучевой сварки шестерен для фронтальных погрузчиков и первичных валов коробки передач автомобилей КамАЗ и МАЗ. Кроме проведения исследований, накоплен опыт практического сотрудничества с предприятиями Беларуси: ОАО "Амкодор", ПО "Авторемонт", Минским заводом шестерен, Гомельским станкостроительным заводом и др. На рис. 5 показаны различные детали, изготавливаемые нами с использованием электронно-лучевой сварки по заказам перечисленных предприятий.

Таким образом, ЭЛС может найти применение в промышленности Беларуси благодаря тому, что этому способу сварки присущи широкие возможности варьировать мощность, диаметр пятна электронного пучка и другие параметры процесса, управлять лучом во времени и пространстве и

специфический эффект глубокого проплавления. Использование технологий электронно-лучевой сварки позволит предприятиям Республики Беларусь значительно расширить номенклатуру выпускаемых изделий, повысить качество и, следовательно, конкурентоспособность продукции.

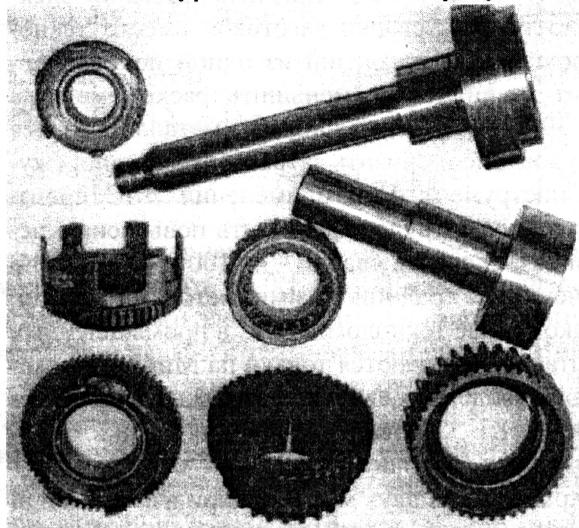


Рис. 5. Некоторые детали, изготавливаемые в ФТИ с применением ЭЛС

*Литература*

1. Шипко А.А., Поболь И.Л., Урбан И.Г. Упрочнение сталей и сплавов с использованием электронно-лучевого нагрева. Минск: Наука і тэхніка, 1995, 280 с.

НОВЕЙШИЕ ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНИКИ

**АППАРАТ, ЛЕТАЮЩИЙ В СЕМЬ РАЗ БЫСТРЕЕ ЗВУКА**



Прототип летательного аппарата, способного передвигаться со скоростью, в семь раз превышающей скорость звука, прошел успешные испытания в пустыне на территории Южной Австралии, сообщает британский телеканал ВВС.

Его создатели из университета Куинсленда полагают, что принципиально новый реактивный

двигатель произведет революцию в авиационных перевозках. В частности, перелет из Сиднея в Лондон будет занимать не более двух часов.

Конструкционные особенности двигателя держатся в секрете.

Известно только, что в нем нет трущихся деталей, а в качестве топлива используется смесь водорода и кислорода, причем кислород не накапливается в специальных баках, а забирается прямо из окружающей атмосферы.

Примерная скорость движения, которую обеспечивает такой двигатель, достигает восьми тысяч километров в час. Немаловажным фактором является и отсутствие вредных выбросов. Выхлоп двигателя представляет из себя обычный водяной пар.

СМИ



Рис. О. Попова

УДК 621.8

## БЕСШУМНЫЙ ЛИФТ

проф. Вавилов А.В., доц. Савицкий В. П., БНТУ,  
доц. Лягушев Г. С., МГТУ

По данным [1] примерно 80% изготавливаемых промышленностью лифтов имеют грузоподъемности в пределах 320...5000 кг и скорости передвижения кабины 0,25...1,60 м/с. В этих наиболее широко применяемых и распространенных лифтах используются лебедки с канатоведущим шкивом. Системы электропривода имеют асинхронные двухскоростные электродвигатели мощностью 3...8 кВт.

Выпускаемые Владимирским электромоторным заводом лифтовые электродвигатели специальной серии 5А обеспечивают уровень шума в пределах 45...70 дБ, а электродвигатели серии 5АН180S4/16, - в пределах 33...55 дБ, [1]. Нами рассматривается возможность существенно уменьшить этот уровень за счет того, что в приводе предлагается убрать его основной источник, - электродвигатель, вместо которого используется пневмомотор. При такой модернизации попутно убираются другие источники шума, такие как, - редуктор, муфта. Конструкция устройства (безредукторный привод), принята с учетом а.с. N 1602768, кл. В 60 К 7/00, описана в [2,3]. Безусловно, возможность использования этого устройства открывается там, где имеется компрессор обеспечивающий подачу потребителям сжатого воздуха с давлением до 0,65 МПа, что характерно для обычных промышленных предприятий. Следовательно, практически бесшумные лифты могут быть установлены в административных зданиях этих предприятий.

При весьма малом давлении однофазной среды в первую очередь следует отыскать зоны работоспособности предлагаемого привода. С этой целью рассмотрен конкретный пример, а именно, принят лифт, в котором использована лебедка с канатоведущим шкивом со следующими исходными данными: диаметр канатоведущего шкива, мм - 770, максимальное окружное усилие на нем, кН - 3411.

Примем величину подаваемого в пневмомотор давления воздушного потока в пределах 0,35...0,55 МПа; обычную конструкцию безредукторного привода: коэффициент трения в передаче винт-гайка, - 0,1, угол трения во фрикционной паре, -  $\rho=5,7$  градуса; углы наклона нитки резьбы вала-винта берем в диапазоне, -  $\alpha=6,5...20,0$  гра-

дусов. В рассматриваемом варианте реальный диаметр этого вала составит ориентировочно 150 мм.

В описанных условиях с использованием разработанной нами программы расчета на ЭВМ получены следующие результаты, проиллюстрированные на рис. 1. По оси ординат отложены усилия в кН, а по оси абсцисс, - углы наклона нитки резьбы вала-винта пневмомотора. На приведенном рисунке линия 1 показывает наибольшее (постоянное) для перемещения кабины потребное тяговое усилие в канатах лебедки. При расчетном давлении воздуха 0,35 МПа проведена линия 2 по результатам распечатки и максимальное усилие пневмомотора при  $\alpha=20,0$  градусов составит 7,77 кН при указанном диаметре канатоведущего шкива 770 мм. Зона на рисунке выше линии 1 относится к зоне работоспособности привода, - развиваемое пневмомотором окружное усилие оказывается больше потребного усилия на канатоведущем шкиве. Зависимость 3 построена при давлении 0,45 МПа, а зависимость 4, - 0,55 МПа. Зона ниже линии 1 означает неработоспособность пневмомотора, - создаваемое им усилие оказывается меньше потребного.

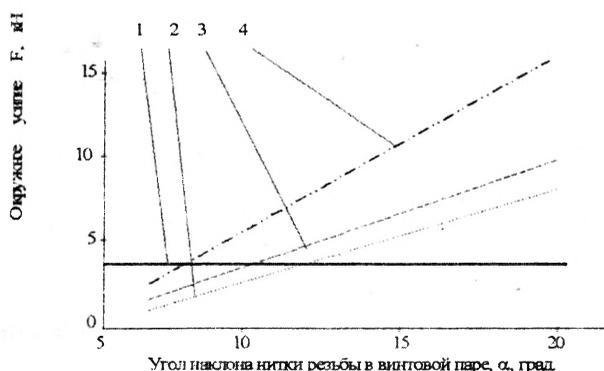


Рис. 1. Зависимость окружного усилия на канатоведущем шкиве от угла наклона нитки резьбы на валу-винте пневмомотора

Здесь обозначено: 1 - потребное тяговое усилие лебедки; 2 - окружное усилие на канатоведущем шкиве диаметром 770 мм при давлении воздушного потока 0,35 МПа; 3,4 - то же при давлениях 0,45 и 0,55 МПа.

Из рисунка следует, что безредукторный при-

вод при расчетных давлениях воздуха 0,35; 0,45 и 0,55 МПа будет работоспособным для углов наклона нитки резьбы,  $\alpha=12,5; 10,5$  и  $7,5$  градусов соответственно.

На рис. 2 изображена зависимость создаваемого пневмомотором усилия от диаметра канатопроводящего шкива, который изменяется в реально допустимом диапазоне, а именно, от 770 мм до 900 мм. Приняты во внимание углы нарезки в винтовой паре,  $\alpha$ , в пределах от 8 до 20 градусов. Давление воздушного потока, подаваемое на поршень, взято постоянной величиной 0,35 МПа. Как видно из построенных зависимостей, весьма невелик градиент изменения усилий на поршне пневмомотора в зависимости от диаметра шкива. Так, для углов нарезки в винтовой паре,  $\alpha$ , в пределах от 8 до 11 градусов работоспособность привода не наступила при увеличении диаметра канатопроводящего шкива от 770 до 900 мм.

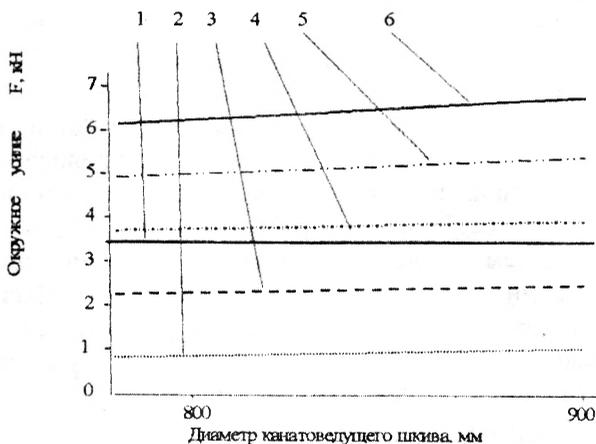


Рис. 2. Зависимость окружного усилия, создаваемого пневмомотором, от диаметра канатопроводящего шкива

Здесь обозначено: 1 - потребное тяговое усилие лебедки; 2 - окружное усилие на канатопроводящем шкиве для угла нарезки в винтовой паре,  $\alpha=8,0$  град; 3, 4, 5 и 6 - то же для углов  $\alpha=11, 14, 17$  и  $20$  град, соответственно.

С целью расширения зоны работоспособности привода рассмотрим модернизированный пневмомотор. Во-первых, - потери на трение скольжения шлица о направляющую на внутренней поверхности канатопроводящего шкива можно существенно уменьшить при условии установки ролика во внешний паз на поршне. При качении ролика по шлицу приведенный коэффициент трения станет равным 0,004. Во-вторых, - следует предусмотреть смазку трущихся поверхностей винтовой пары, - в таком случае угол трения будет ра-

вен:  $\rho=3^{\circ}43'$ .

Для модернизированного привода с использованием программы расчета на ЭВМ получены следующие результаты, проиллюстрированные на рис. 3. Здесь линия 1 также означает наибольшее (постоянное) для перемещения кабины потребное тяговое усилие в канатах лебедки.

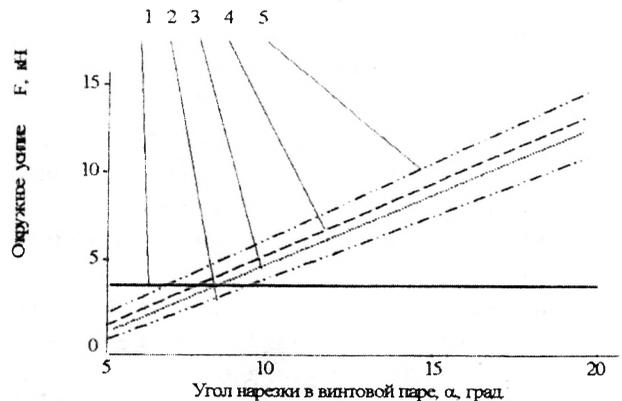


Рис. 3. Зависимость окружного усилия на канатопроводящем шкиве от угла нарезки на валу-винте модернизированного пневмомотора

Здесь обозначено: 1 - потребное тяговое усилие лебедки; 2 - окружное усилие на канатопроводящем шкиве с диаметром 770 мм при давлении воздушного потока 0,35 МПа; 3 - то же, для шкива 900 мм; 4 - окружное усилие на канатопроводящем шкиве с диаметром 770 мм при давлении воздушного потока 0,45 МПа; 5 - то же, для шкива 900 мм.

При расчетном давлении воздуха 0,35 МПа проведена линия 2 по результатам распечатки и максимальное усилие пневмомотора при  $\alpha=20,0$  градусов составит теперь 8,5 кН (или больше на 39,3% по сравнению с первой конструкцией). Линия 3 относится к диаметру канатопроводящего шкива 900 мм при том же давлении воздуха, а развиваемое в этих условиях усилие станет 10,5 кН, т.е. теперь на 23,5% больше, чем для шкива диаметром 770 мм. Линии 4 и 5 проведены аналогично линиям 2 и 3, но расчетное давление воздушного потока принято 0,45 МПа. Как видим, безредукторный привод при этом давлении работает с углами нарезки в винтовой паре порядка 7...8 градусов.

В заключении отметим следующее.

При первой предварительной оценке нами получены положительные результаты возможности замены в лифтах грузоподъемностью 320...5000 кг лебедок с электроприводом пневмомоторами. При такой замене бесспорно существенное уменьшение уровня шума за счет того, что в приводе предлагается убрать его основной источник,

- электродвигатель.

Приведенные на рис. 1 и 3 зависимости необходимы для правильного выбора угла наклона нитки резьбы  $\alpha$  в винтовой паре при назначенном расчетном давлении воздуха. Например, при использовании поступающего к потребителям на промышленных предприятиях давления, которое составляет 0,4...0,5 МПа, расчетное берем 0,35 МПа, тогда пневмомотор обычной конструкции будет работоспособным при  $\alpha \geq 12,5$  градусов. Здесь взят исходный диаметр канатоведущего шкива диаметром 770мм. Модернизированный пневмомотор (потери на трение скольжения шлица о направляющую на внутренней поверхности канатоведущего шкива существенно уменьшены при установке ролика во внешний паз на поршне) работоспособен при  $\alpha \geq 8,5...9,5$  градусов. Диаметры канатоведущего шкива находятся в пределах 770...900мм.

Подчеркнем, что рассмотренные практически бесшумные лифты могут быть установлены в административных зданиях обычных промышленных предприятий, т.е. там, где имеется компрессор обеспечивающий подачу потребителям сжатого воздуха с давлением до 0,65МПа.

#### *Литература*

1. В.И. Афонин. Новые малошумные лифтовые электродвигатели. //Строительные и дорожные машины. - 2001, №3.
2. Савицкий В.П. Расчет параметров пневмоприводов мостового крана.//Весті Академії наук, серія фізика-технічних наук. - 1995, № 3, с. 109-112.
3. Савицкий В.П., Борисов Н.К., Лягушев Г.С. Вопросы повышения эффективности работы контейнерных пневмотранспортных установок. // Инженер-механик. – 2001, № 3, с. 5-7.

#### РАЗРАБОТКИ ОО "БОИМ"

## МОЖНО ЛИ ПЯТИДЕСЯТИТОННЫМ КРАНОМ ПОДНИМАТЬ ГРУЗЫ ВЕСОМ 75 ТОНН? ПКБ ОО "БОИМ" ОТВЕЧАЕТ – МОЖНО!

*Г. Новиков, И. Гольдберг, ПКБ ОО "БОИМ"*

Отдельные узлы подъемных машин на шахтах ПО Беларускалий имеют массу до 75 т. Для их ремонта предусмотрены мостовые краны грузоподъемностью 80 т. Однако, на шахте "Рудоправления №2 в соответствии с проектом строительства по неизвестной нам причине был смонтирован мостовой кран грузоподъемностью 50т, что создало проблемы в процессе ремонта двигателя главного электропривода подъемной машины. Несмотря на то, что перемещение якоря электродвигателя подъемной машины массой 75 т, длиной 4 м - это не ежегодная, а редкая операция, ее все же необходимо выполнять при помощи мостового крана в процессе планового ремонта оборудования, когда требуется поднять якорь, передвижением крана переместить и опустить якорь без передвижения тележки на ремонтный стэнд. Имелось ввиду, что перегрузка мостового крана и подкранового пути безусловно запрещены. Анализ ситуации привел к необходимости конструирования из стальных труб приставки с ломаной осью к мостовому крану. Съёмная приставка 1 располагается горизонтально между полумостами крана 2 и одним своим краем через

съёмную балку 3 опирается на подтележечный рельс крана, а вторым - на свою концевую балку 4. Последняя располагается над концевой балкой мостового крана с зазором, т. е. не касаясь ее. Концевая балка 4 приставки имеет П-образную форму и по краям опирается своими двумя ходовыми колесами на подкрановый рельс 5, лежащий на стальной подкрановой балке. На приставке 1 грузоподъемностью 40 т смонтирована подъемная электрическая лебедка с грузовым вертикальным полиспастом 7, неподвижный блок которого подвешен под этой лебедкой 6 к приставке 1, а к подвижному блоку может стропиться груз 8. Запроектирована спаренная работа двух грузовых полиспастов: мостового крана 2 и приставки 1 при демонтаже якоря 75 т привода подъемной машины. Кроме подъема и опускания груза весом 75 т мостовым краном с приставкой предусмотрено передвижение крана на небольшое расстояние; мощности электродвигателя и редуктора механизма позволяют это сделать. Длина подкранового пути 18 м, но передвигаться крану с приставкой и грузом надо на 8 м. После спаренной работы по подъему и перемещению наиболее тя-

желого груза весом 75 т, остальные детали весом до 50 т поднимаются и перемещаются при помощи одной грузовой тележки мостового крана. Для этого съемная балка 3 приставки 1, лежащая на подтележечном пути, убирается после опирания края приставки 1 на вспомогательные опоры 10, смонтированные на полумостах.

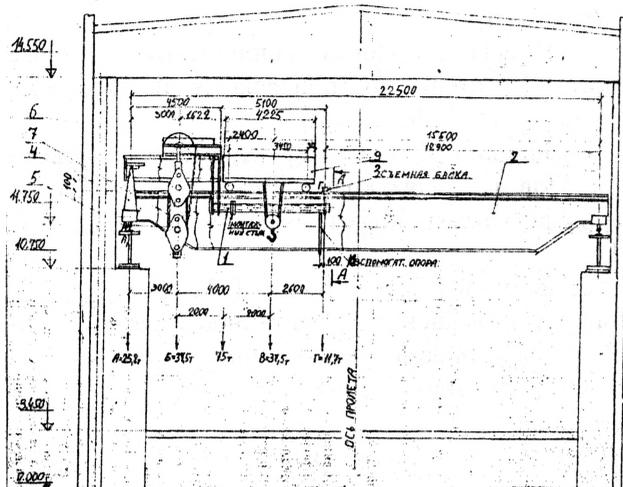


Рис. 1. 1 – съемная приставка; 2 – кран; 3 – съемная балка приставки; 4 – концевая балка приставки; 5 – подкрановый рельс; 6 – электролебедка приставки; 7 – полиспаст приставки; 9 – грузовая тележка крана; 10 – вспомогательные опоры.

Из расчетной схемы на рис. 1 видно, что от груза 75 т на каждый из грузовых полиспастов приходится нагрузка по 37,5 т. Благодаря соотношению плеч, реакции на опорах приставки составят соответственно 25,8 т (на подкрановый рельс 5) и 11,7 т (на подтележечный рельс крана). Нагрузка на мост от подвешенного к крюку крана 2 груза 8 и от доли веса приставки 1 с грузом 8 (расстояние между точками приложения этих нагрузок на мосту 2,6 м) не превысит 50 т, что допустимо для данного мостового крана 2 грузоподъемностью 50 т пролетом 22,5 м.

Из альбома типовых конструкций стальных подкрановых балок под мостовые электрические краны общего назначения (чертежи КМ на разрезные подкрановые балки пролетом 6 и 12 м, разработанные ЦНИИ Проектстальконструкция) при температуре до 40°C и среднем режиме работы одного крана в пролете, перегрузка в нашем случае подкрановой балки практически отсутствует.

На рис. 2 приведен общий вид приставки 1, смонтированной на мостовом кране 2. При этом узлы опирания приставки 1 условно на рисунке не показаны для облегчения чтения. Наличие ломанной оси приставки 1 обусловлено тем, что расположенные между полумостами прогоны приставки должны быть приварены к своей кон-

цевой балке 4, находящейся на более высокой проектной отметке. При этом только вертикальная нагрузка от приставки 1 с грузом 8 передается на концевую балку 4 приставки 1.

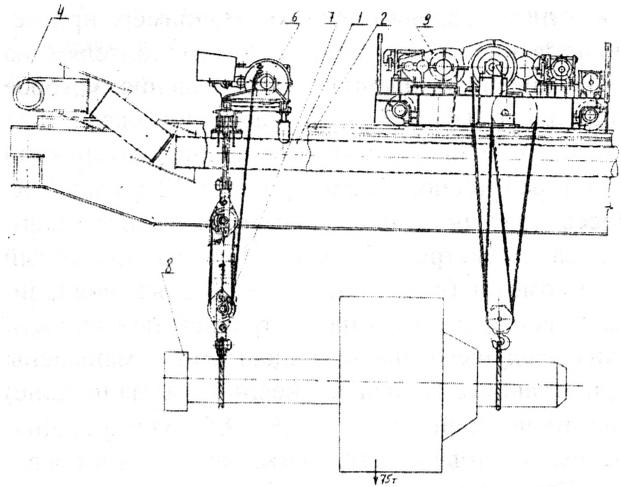


Рис. 2. 1 – съемная приставка; 2 – кран; 4 – концевая балка приставки; 6 – электролебедка приставки; 7 – полиспаст приставки; 9 – грузовая тележка крана.

Концевая балка 4 приставки 1 видна на рис. 3. Она охватывает концевую балку мостового крана 2 не касаясь сверху ее. После монтажа приставки 1 между ней и буферами крана 2 ликвидируется в вертикальной плоскости зазор (например, горизонтальными регулировочными болтами с гайками, приваренными к опоре концевой балки 4 приставки 1).

Рис. 4 – это план, из которого видно расположение приставки 1 на кране 2. Можно усмотреть, что работе главного и вспомогательного подъема мостового крана 2 приставка 1 не препятствует. Она нигде не приваривается к мостовому крану 2. А при снятии съемной балки 3 приставки 1, лежащей на подтележечном рельсе, ликвидируется препятствие для передвижения грузовой тележки 9 по мосту крана 2 даже без полного демонтажа приставки 1. Следовательно, отличительной особенностью данной съемной приставки является возможность нормальной работы мостового крана 2 при нахождении приставки 1 на кране 2. Таким образом, действующие "Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов" не нарушаются, но достигается значительный положительный эффект.

Одним из вариантов передвижения мостового крана 2 с приставкой 1 и грузом 8 является использование через систему отводных блоков электрических лебедок, установленных внизу. При этом канат от мостового крана располагается горизонтально над подкрановым рельсом 5 (вдоль его продольной оси), но в конце цеха стальной

канат вертикально уходит вниз до пола, где, огибая очередной отводной блок, идет к лебедке и крепится на барабане последней.

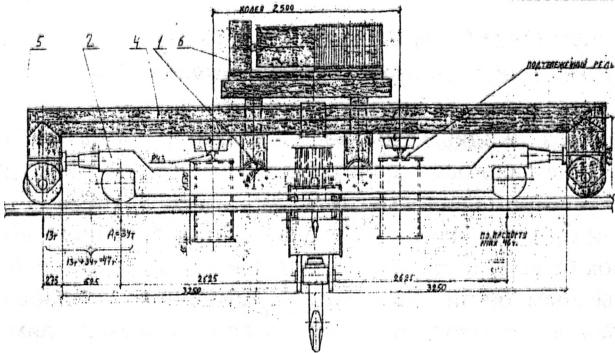


Рис. 3. Концевая балка приставки. 1 – съемная приставка; 2 – кран; 4 – концевая балка приставки; 5 – подкрановый рельс; 6 – электролебедка приставки.

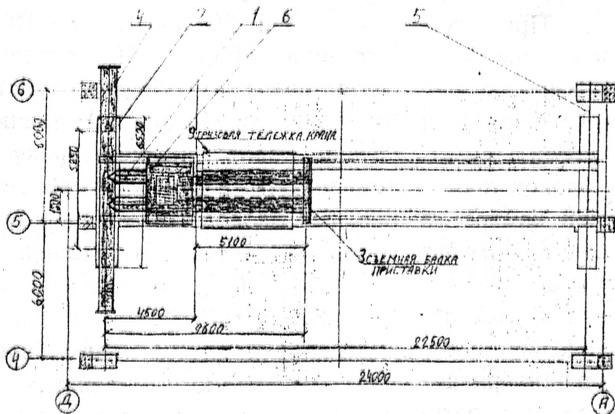


Рис. 4. План. 1 – съемная приставка; 2 – кран; 3 – съемная балка приставки; 4 – концевая балка приставки; 5 – подкрановый рельс; 6 – электролебедка приставки; 9 – грузовая тележка крана.

На ряде предприятий при демонтаже, монтаже и ремонте оборудования, вес которого превышает грузоподъемность эксплуатируемого в пролете цеха мостового крана, могут быть изготовлены с учетом конкретных местных условий и применены приставки аналогичной конструкции. Благодаря им по существу повышается грузоподъемность мостового крана 2 без его перегруза.

При спаренном перемещении груза длиной 4 м необходимо контролировать в процессе подъема горизонтальность груза, в связи с неодинаковой скоростью полиспаста: один полиспаст будет несколько опережать другого. Из-за большой кратности полиспастов скорость подъема невелика. Если при визуальном контроле один из полиспастов заметно отстает от другого, что видно по отклонению от горизонтального положения подвешенного относительно длинного груза, - опережающий полиспаст на некоторое время останавливается отключением электродвигателя его

лебедки. Вторая грузовая лебедка другого полиспаста при этом продолжает работать. После принятия подвешенным грузом горизонтального положения вновь электролебедка включается и спаренный подъем продолжается.

Ниже приводится схема расчета (рис. 1)

$$B = V = \frac{75\text{т}}{2} = 37,5\text{т}. \text{ Вес якоря } 73, 5\text{т}.$$

$$\Gamma = \frac{37,5\text{т} \cdot 3\text{м}}{9,6\text{м}} = 11,718\text{т}. \text{ Принимаем его } 75\text{т}.$$

$A=37,5\text{т}-11,718\text{т}=25,782\text{т}$  – нагрузка на 3 колеса приспособления.

Нагрузка на одно колесо приспособления равна:  
 $\frac{A}{2} = \frac{25,782}{2} = 12,891\text{т} \approx 13\text{т}.$

Суммарная нагрузка на мост:  $V+\Gamma=37,5\text{т}+11,718\text{т}=49,218\text{т}$ , что не превышает грузоподъемность крана 50 т.

Поэтому нагрузка на ходовые колеса крана не, превышает допустимую. Доля массы приспособления, приходящаяся в точку Г, составит:  $50\text{т}-49,218\text{т}=0,782\text{т}.$

Остальная доля массы приспособления придется на его вторую опору в точке А, т.е. на вертикальную ось подкрановой балки.

Загрузка крановой тележки по грузоподъемности равна:  $\frac{37,5\text{т}}{50\text{т}} = 0,75$  или 75%.

По паспорту крана; 1) максимальное давление колеса на рельс подкрановый 46т (когда грузовая тележка в крайнем положении); 2) масса моста 49,3т; 3) масса тележки с механизмами 15,7т.

В нашем случае грузовая тележка не в крайнем положении, а вблизи середины полета: на расстоянии 7м от одной опоры и 15,5м от другой. Для нашего случая давление на 2 ходовых колеса крана в точке А1 составит:

$$A1 = \frac{49,3\text{т}}{4} + \frac{(37,5\text{т}+15,67\text{т}) \cdot 15,5\text{м}}{22,5\text{м} \cdot 2} + \frac{11,7\text{т} \cdot 12,69\text{м}}{22,5\text{м} \cdot 2} = 34,003\text{т} \approx 34\text{т}.$$

Давление, в нашем случае, 1-го колеса на рельс по сравнению с паспортным равно:  $\frac{34\text{т}}{46\text{т}} = 0,74$  или 74%.

Силы  $A \approx 25,8\text{т}$  и  $A1 \approx 34\text{т}$  суммировать нельзя, ибо они рассредоточены вдоль рельса.

Однако, вместо максимального давления по паспорту на одно колесо 46,0т действует спарено две нагрузка рассредоточено:

$$\frac{A}{2} + A1 = \frac{25,8}{2} + 34 = 47\text{т}.$$

Фактическая нагрузка по сравнению с паспортной составит:  $47\text{т}/46,0=1,02$  или 102%.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОЧНОГО ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

*Гиль Д.Н., главный металлург ОАО "Мотовело"*

*Малиновский Л.Н., начальник литейно-термического цеха ОАО "Мотовело"*

Среди способов получения заготовок с минимальными припусками на механическую обработку или вовсе исключаящих последнюю точное литье по выплавляемым моделям занимает заметное место. На многих предприятиях Беларуси работают цехи и участки точного литья, постоянно расширяется номенклатура отливаемых деталей, совершенствуется схема и отдельные операции этого процесса.

В смете затрат производства этих отливок основная доля падает на изготовление формы, не считая стоимости выплавляемой модели.

Применение дорогостоящих компонентов для получения оболочковой неразъемной, многослойной формы для отливки детали, выплавление модельного комплекта обжиг оболочковой формы являются факторами, ограничивающими область использования этого процесса.

Можно проследить технологическую эволюцию изготовления оболочковой формы. Вначале для ее изготовления использовалась маршалитовая обмазка замешанная на гидролизованном растворе этилсиликата и этилового спирта-ректификата. Обмазка наносилась в четыре слоя. В последующем для третьего и четвертого слоя

этилсиликат заменялся жидким стеклом. Однако это не дало особой выгоды, так как отражалось на качестве отливок и трудоемкости очистки отливок от керамической формы. Серьезным организационным барьером в производстве оказалось использование спирта-ректификата. Он был заменен эфиroleальдегидной фракцией и ацетоном, несмотря на его высокую стоимость. При этом расход материалов составил: этилсиликат – 40-100 кг на тонну годного литья; эфиroleальдегидная фракция – 60 кг; ацетон – 60 кг. Сушка модельных блоков производится в сушильной камере на подвесном конвейере. Время сушки каждого слоя около 3 часов. Всего наносится 4 слоя обмазки. Вытопка модельного состава производится в бойлерклаве паром перегретым до температуры 130-140°C в течение 7-8 минут.

Для снижения затрат на производство отливок точного литья и снижения выбросов в атмосферу вредных веществ специалистами завода было предложено перейти на огнеупорное связующее "Сиалит-20", производимое в ЗАО "Силикат" г. Елабуга взамен "Этилсиликата-40".

В составе обмазки эфиroleальдегидная фракция и ацетон замене-

ны водой. Вязкость обмазки доводится до 40-45 сек по вискозиметру.

Сначала 2002г. в литейном цехе ОАО "Мотовело" в качестве основного огнеупорного связующего для всех слоев обмазки применяется "Сиалит-20". Для увеличения прочности керамической оболочки при вытопке в бойлерклаве во 2 и 4 слой обмазки в суспензию "Сиалит-20" добавляется 10% "Этилсиликата-40". Приготавливается новое связующее на действующем оборудовании. Незначительно поднят нижний уровень температуры в камере сушки модельных блоков (18-28°C для обмазки на основе "Этилсиликата-40" и 24-28°C для обмазки на основе "Сиалита-20"). Другие параметры техпроцесса приготовления огнеупорного покрытия и контроля его параметров изменились незначительно. Качество отливок не ухудшилось. За счет лучшей газопроницаемости литейных форм значительно снизился брак по газовым раковинам и недоливам. На 50 т/год снижен выброс вредных веществ в атмосферу. Стоимость составляющих для приготовления обмазки снижена на 100 тыс. руб. на 1 тонну годного литья.

### ГИПОТЕЗЫ

### ЯДРО ЗЕМЛИ – ГИГАНТСКИЙ ЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР

В центре Земли находится не Ядро из расплавленного железа и никеля, а поддерживающая постоянную ядерную реакцию смесь урана и плутония. Это ядро достигает почти 8 километров, и оно

представляет собой "естественный гигантский ядерный реактор". Такие выводы сделали ученые лаборатории при департаменте энергетики США.

Одновременно ученые пришли к выводу, что жизнь на Земле может завершиться значительно раньше, чем предполагалось. Со-

гласно подсчетам специалистов, наша планета просуществует лишь два миллиарда лет, а не четыре, так как находящийся в ее центре уран и плутоний сгорают очень быстро. Их истощение приведет к исчезновению магнитного поля Земли и "общему остыванию планеты".

## ИЮЛЬ

**2.07.** - 140 лет со дня рождения Уильяма Генри Брэгга (ум. 1942), английского физика, лауреата Нобелевской премии 1915г.

**4.07.** - 1916 - русские морские авиаторы одержали победу в первом воздушном бою над Балтийским морем.

**5.07.** - 135 лет назад родился Эндрю Элликот Дуглас (ум. 1962), американский астроном и археолог, основатель дендрохронологии (метода археологического определения времени деревянных сооружений по исследованию годичных колец древесины).

**5.07.** - 75 лет со дня смерти Альбрехта Косселя (род. 1853), немецкого биохимика, автора трудов по химии ядерных белков (протаминов и гистонов), нуклеиновых кислот и нуклеопротеидов, лауреата Нобелевской премии 1910 года в области химии.

**6.07.** - 185 лет назад родился Рудольф Келликер (ум. 1905), швейцарский гистолог и эмбриолог, иностранный член-корреспондент Петербургской АН (1858), впервые установил существование одноклеточных животных организмов (грегарин).

**8.07.** - 160 лет назад родился Николай Николаевич Бенардос (ум. 1905), русский изобретатель, создатель всех видов электрической дуговой сварки.

**12.07.** - 85 лет назад во время 1-й мировой войны в ходе Ипрского сражения Германия впервые применила в качестве боевого отравляющего вещества

горчичный газ, который по месту боев назвали "иприт".

**13.07.** - 120 лет назад в Москве, Риге и Петербурге открылись телефонные станции. В день открытия станции в Москве было всего 26 абонентов.

**14.07.** - 135 лет назад Альфред Нобель впервые продемонстрировал действие динамита в карьере в Рэдхилл (графство Сюррей, Великобритания).

**14.07.** - 105 лет назад при аварии дирижабля "Германия" погибли доктор Карл Вельферт и механик Кнабе, ставшие первыми жертвами этого летательного аппарата. Во время очередного полета от испарителя двигателя воспламенилась оболочка дирижабля, что привело к взрыву газа.

**16.07.** - 40 лет спутниковому телевидению: американская компания "Америкэн Телефон энд Телеграф" провела первый пробный телесеанс передачи цветного сигнала между Америкой и Европой с помощью спутника связи "Телстар".

**19.07.** - 180 лет назад французский ученый Жозеф Ньепс произвел первую в мире фотографию.

**20.07.** - 120 лет состоялся первый пробный полет самолета А.Ф. Можайского.

**20.07.** - 105 лет назад родился Тадеуш Рейхштейн (ум. 1996), швейцарский химик-органик, лауреат Нобелевской премии 1950 г. в области физиологии и медицины. Исследовал гормоны коры надпочечников, выделил кортизон и установил его хими-

ческое строение.

**20.07.** - 65 лет назад родился Герд Бинниг, немецкий физик, изобретатель электронного микроскопа, Нобелевский лауреат 1986г. (за создание растрового туннельного микроскопа).

**20.07.** - 65 лет назад умер Гульельмо Маркони (род. 1874), итальянский радиотехник, маркиз, Нобелевский лауреат 1909г.

**21.07.1694** - родился Георг Брандт (ум. 1768), шведский химик, открывший и получивший в 1730г. кобальт - первый металл, который не был известен в древности.

**22.07.** - 180 лет назад родился Грегор Иоганн Мендель (ум. 1884), австрийский естествоиспытатель, монах, основоположник учения о наследственности.

**22.07.** - 115 лет со дня рождения Густава Герца, немецкого физика, основоположника квантовой механики, Нобелевского лауреата 1925г.

**22.07.** - 80 лет назад скончался Йокичи Такамини (род. 1854), биохимик, впервые выделивший химически чистый адреналин из надпочечников животных.

**27.07.** - 120 лет назад родился Джеффри де Хавилленд (ум. 1965), английский авиаконструктор. Разработал и создал биплан "Мот", истребитель-бомбардировщик "Москито" времен второй, мировой войны и первый в мире реактивный авиалайнер "Комет" для гражданской авиации.

*Малый человек и на горе мал;  
исполин велик и в яме.  
М.В. Ломоносов*

## ОТКРЫТИЕ ЗА ОТКРЫТИЕМ!

Наш земляк, Лауреат Нобелевской премии, Почетный член общественного объединения "Белорусское общество инженеров механиков" Жорес Иванович Алферов и его команда вновь сделали революцию в лазерной физике. Ученые доказали, что вырастить кристалл с кусочками другого материала внутри

без дефектов можно. Это работа недавно была отмечена Государственной премией России.

Сердечно поздравляем Жореса Ивановича и его команду со значительной научной победой. Желаем достижения новых неизученных человечеством вершин.

*Чтобы удивиться, достаточно одной минуты,  
чтобы сделать удивительную вещь, нужны многие годы.  
К. Гельвеций*



## ПЕРВЫЙ СРЕДИ ГЕНЕРАЛЬНЫХ

*Я горжусь тем, что мне довелось летать на машинах Павла Осиповича Сухого. Это был выдающийся человек и конструктор. Случалось, что он принимал решения, которые, казалось, противоречили общепринятым представлениям, были непонятны даже для специалистов. Но проходило время, и все убеждались, что идея конструктора правильна. Его способность предвидения всегда поражала.*

*И. И. Пстыго. Герой Советского Союза, маршал авиации*

Павел Сухой родился в витебской деревне Глубокое. Вскоре семья переехала в Гомель, где Осипу Андреевичу предложили заведовать школой для детей железнодорожников. Надо ли сомневаться в том, как радовался отец, когда его наследник стал показывать блестящие успехи в учебе. Главной его страстью были математика и физика. В краеведческом музее в Гомеле в экспозиции, посвященной П.О. Сухому, и теперь хранится аттестат зрелости об окончании гимназии. "Дан сыну начального учителя из крестьян Павлу Осиповичу Сухому в том, что, вступив в Гомельскую гимназию 16 августа 1905 года, обучался в ней по 8 июля 1914 года. Во внимание к постоянно отличному поведению и прилежанию и к отличным успехам в науках, в особенности же к математике и физике, педагогический совет постановил наградить Павла Сухого серебряной медалью". Теперь в здании той гимназии расположен Белорусский государственный университет транспорта.

Отрочество Павла совпало с авиабумом в Рос-

сии. Газеты и журналы были заполнены публикациями о самолетах и авиаторах, их полетах, рекордах, об открытии авиашкол в Гатчине, Москве, Одессе, Симферополе. Павел их тоже читает с интересом, но и только, пока однажды в Гомель не прилетел знаменитый Сергей Уточкин, гастролировавший по России. "Я шел с ребятами из гимназии, и вдруг над нашими головами пролетел аэроплан. Это было так неожиданно и удивительно, что дух захватывало. Не птица, а человек летит над нами!" - так через много лет Павел Осипович будет рассказывать дочери. Это впечатление и определило выбор. Он "заболевает" авиацией и желанием самому строить самолеты. Попытка сделать планер в тот же день к успеху не привела, и Павел начинает собирать публикации, посвященные самолетам. Окончательно закрепляет выбор статья профессора Императорского технического училища Н.Е. Жуковского, которого потом назовут отцом русской авиации. Юноша решает ехать в Москву, поступать в училище. И это ему удастся. Целый год он слушает лекции Нико-

лая Егоровича, занимается в его кружке воздухоплавания, строит планеры, модели самолетов, исследует их летные качества, участвует в строительстве аэродинамической трубы. Он учится вместе с Андреем Туполевым, братьями Архангельскими, Владимиром Петляковым, известными впоследствии авиаконструкторами. Но через год Павла Сухого призывают в армию и направляют в школу прапорщиков. На фронт он попадает артиллеристом. И не раз наблюдает, какие возможности в сражениях имеет авиация. Особенно когда в дело вступали "Ильи Муромцы", выдающиеся по тому времени четырехмоторные машины, способные поднять до тонны бомб. По всему фронту гремит слава командира экипажа одного из первых принявших участие в боях "Муромцев" поручика Авенира Костенчика - тоже белоруса, выходца из Гродненщины. Правда, встретиться землякам не пришлось.

А тогда, после революции, артиллерийский поручик вернулся домой и некоторое время преподавал в школах в Лунинце, в Гомеле. Но в 1920 году постановлением Совнаркома возобновляется работа высших учебных заведений, и Павел уезжает продолжать учебу. Родители остались в Гомеле. Через некоторое время отец - Осип Андреевич Сухой - станет первым на Гомельщине "народным учителем Белоруссии".

Руководителем дипломной работы Павла Сухого "Одноместный истребитель" был А.Н. Туполев. После защиты он приглашает Павла Осиповича в свое конструкторское бюро и поручает ему возглавить дальнейшую разработку идей, заложенных в первом советском цельнометаллическом самолете из кольчуг - алюминия АНТ-2. Задача - создать цельнометаллический истребитель для серийного производства.

В начале 30-х Сухой уже авиаконструктор, под руководством которого созданы цельнометаллический истребитель И-4, истребитель И-14, он примет самое непосредственное участие в создании самолета РД "Рекорд дальности", на котором прославят свои имена Валерий Чкалов, Михаил Громов и другие первые Герои Советского Союза. Сам Павел Сухой отмечен орденом Красной Звезды. За работы над РД он вскоре получит "Знак почета".



Первый самолет Сухого И-4 стал его первой самостоятельной удачей. Летчики-испытатели М. Громов, А. Юмашев, И. Козлов сделают заклю-

чение, что по скорости, потолку, скороподъемности самолет опережает многие зарубежные аналоги, а по маневренности ему нет равных. С 1928-го по 1933 год И-4 будет стоять на вооружении Красной Армии.

Следующим делом молодого авиаконструктора будет одноместный истребитель И-14. При его создании Павел Осипович предложил целый "букет" новшеств: убирающееся шасси, масляно-пневматическую амортизацию, закрывающуюся кабину летчика, гладкую обшивку фюзеляжа. Летные испытания дадут выдающиеся результаты. Истребитель рекомендован в серийное производство. Но выпущено только 18 машин. Самолет Сухого требовал много листового алюминия, которого в стране не хватало. Потому на поток был поставлен И-16 Поликарпова, знаменитый впоследствии "ястребок", "ишачок", который в Испании прозвали "чатос" - "курносый". На его производство расходовалось меньше дефицитного металла.

Павел Осипович расстроен, но работает не покладая рук. На базе РД ("Рекорда дальности") он создает ДБ-1 - первый советский дальний бомбардировщик. Затем наступила очередь ДБ-2, уже двухмоторного, способного без посадки покрыть более семи тысяч километров.

В тридцатые годы все грезили авиарекордами. Даже женщины. "Женский рекорд дальности" тогда принадлежал англичанке Элизабет Лион. Ею и собралась побить Валентина Гризодубова с Мариной Расковой и Полиной Осипенко. Нужна была малость... машина для рекорда. Ее решено было сделать из ДБ-2. Летчицы потом назовут свой самолет "Родина", мужчины в шутку станут величать его "дамским". В отличие от других машин, самолет не требовал от экипажа никаких "силовых усилий", все манипуляции выполнялись нажатием кнопок. Совершив свой полет 24 и 25 сентября 1938 года, В. Гризодубова, М. Раскова и П. Осипенко пролетели без посадки (за 26 часов) 5.947 километров и побили мировой рекорд. В Международную авиационную федерацию в Париж полетела соответствующая телеграмма. П.О. Сухой отмечен орденом Трудового Красного Знамени.

Но в эти же годы Павел Осипович параллельно работал еще над одной задачей. Летчики, поймавшие в Испании, рассказывали, что "ястребок" уступает "мессершмитту", да и "юнкерсы", "хейнкелы" превосходят наши бомбардировщики, особенно в скорости. Говорят, что самому Сталину пришла в голову идея создать многоцелевой самолет, который совместил бы в себе качества штурмовика, разведчика, ближнего бомбардировщика, истребителя сопровождения. Задача была сложной, потому решили объявить конкурс среди авиаконструкторов. Главное условие конкурса - не только получить машину нужных так-

тико-технических качеств, но и добиться простоты конструкции, чтобы механизировать процесс ее производства. Сталин сформулировал задачу с присущей ему конкретностью: "Самолет должен быть очень простым в изготовлении, чтобы можно было сделать столько экземпляров его, сколько у нас в стране людей с фамилией Иванов". Разработку проекта и вели под шифром "Иванов".

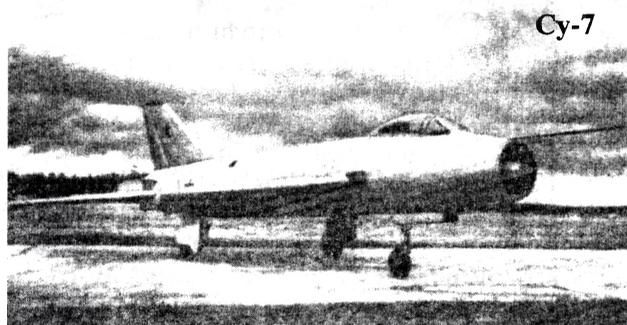
Победил в конкурсе П.О. Сухой, предложивший двухместный цельнометаллический моноплан, вооруженный шестью пулеметами, способный нести 200 килограммов бомб. Первый "Иванов" поднялся в воздух в августе 1937 года. И получил великолепную оценку известного летчика-испытателя Михаила Громова. А в акте государственных испытаний было отмечено, что новая машина не только соответствует лучшим мировым образцам, но и является "первым образцом культурно выполненного самолета советской конструкции". "Иванов" под названием ББ-1 ("Ближний бомбардировщик-один") запускается в серию на Харьковском авиационном заводе. Туда же переезжает ставший Главным конструктором Павел Сухой со своим КБ. И продолжает работать над машиной. Он ставит на нее новый мотор, доводит бомбонагрузку до 600 килограммов. Самолет проходит новые государственные испытания и под маркой Су-2 принимается на вооружение. Его начнут выпускать сразу три завода.

В Великую Отечественную войну воевало более 800 Су-2. Это была очень интересная машина. Бомбардировщик, а вид, как у истребителя: компактный, изящный, четыре пулемета впереди, два сзади, двухместный, с двойным управлением, скорость - четыреста километров в час, маневрен, легок в управлении. А главное - он не хотел гореть и никогда не вспыхивал факелом, даже если был пробит бензобак. Он тлел, дымил, мог лететь с десятками дыр в крыльях и фюзеляже и тем спасал жизнь летчикам. Он был не похож на другие советские самолеты, потому один Су-2 сбил... Покрышкин. Тот самый Александр Покрышкин, легендарный ас, будущий маршал авиации и трижды Герой Советского Союза. Об этом впоследствии рассказал летавший во время войны на Су-2 Герой Советского Союза Иван Пстыго - тоже будущий маршал авиации - своим однокурсникам уже в Академии Генерального штаба, среди которых был и Александр Покрышкин. Выслушав рассказ, тот попросил повторить его и смущенно признал: "Это был я." Не знал тогда Покрышкин самолетов Сухого, ведь они появились в войсках перед самой войной, да и "вид совсем необычный, подумал, что фашист..."

Перед войной Павел Осипович сконструировал и Су-1 - истребитель, превосходивший по своим показателям все аналогичные самолеты мира в то время, - скорость 641 километр в час. Испытатели

стонали: "Скорей бы такой самолет в войска." Но в войска он не попал. Подвели ненадежные турбокомпрессоры. Техническая мысль конструктора опережала технические возможности заводов. По этой же причине не пошел в серию и истребитель Су-3. Потом Сухой сделал самый мощный в мире штурмовик Су-6, который значительно превосходил знаменитый к тому времени Ил-2. Су-6 по скорости не уступал истребителям, а вооружение позволяло отбить любое нападение. Но и эта машина не идет в серию, потому что с фронтовыми задачами хорошо справляется Ил-2, а на выпуск двух типов штурмовиков сил не хватает. Однако за эту разработку Павел Осипович получает Сталинскую премию первой степени.

В конце войны П.О. Сухой работает над самолетами с реактивными ускорителями, способными летать со скоростью 800 километров в час: Су-5 и Су-7. По заказу артиллеристов за 150 дней создает корректировщик Су-12. Но в серию они тоже не идут. Наступала эра реактивной авиации. В новый этап своей творческой деятельности вступал и Павел Осипович.



Су-7

Первым его реактивным истребителем станет Су-9, разгонявшийся почти до 900 километров в час. Он был как бы соткан из новшеств. Впервые в советском авиастроении на самолете появляются стартовые пороховые ускорители, катапультное сиденье летчика, устройство по аварийному сбросу "фонаря", закрывающего кабину, воздушные тормоза, тормозной парашют, сокращающий пробег при посадке. Поскольку высокие скорости увеличивают нагрузку на рули, Павел Осипович применяет на самолете гидравлические усилители, а вскоре полностью переводит управление машинами на гидравлику. На доводку новинок и ушло много времени. Реактивные МиГи-9 и Яки-15 появились на полгода раньше и, сразу были заложены в серийное производство.

Су-9 очень понравился военным и тоже был рекомендован в серию, но заводы были уже перегружены. Та же судьба постигла двухмоторный реактивный истребитель Су-11. А перехватчик Су-15, развивавший скорость более 1.000 километров в час, при испытаниях потерпел аварию. Это решило судьбу всего КБ. Оно было закрыто.

Объяснялось просто: шел 1948 год, армия после войны сокращалась, урезались расходы на производство вооружений. По этой причине уже был законсервирован четырехмоторный реактивный бомбардировщик оригинальной конструкции Су-10. У Павла Осиповича к тому времени был готов и истребитель Су-17 со стреловидным крылом. В нем для спасения летчика в случае аварии сделали катапультируемую всю герметичную кабину. Увы...

В конце той весны, когда умер Сталин, Сухого вызвали в Совет Министров и предложили восстановить его конструкторское бюро. Уже через неделю после издания приказа об организации КБ главный конструктор приносит схемы двух будущих самолетов. Эскизные проекты вскоре будут рассмотрены в министерстве, и КБ Сухого получит задание создать фронтовой истребитель со стреловидным крылом и истребитель-перехватчик с треугольным. Но формулируется основное условие: эти машины должны значительно превысить достигнутый к тому времени предел скорости в 1.500 километров в час. Ведь в США уже вышли на летные испытания истребители серии "F": F-100, F-101, F-102... Новый "Су" должен будет лететь со скоростью 1.800, как минимум.

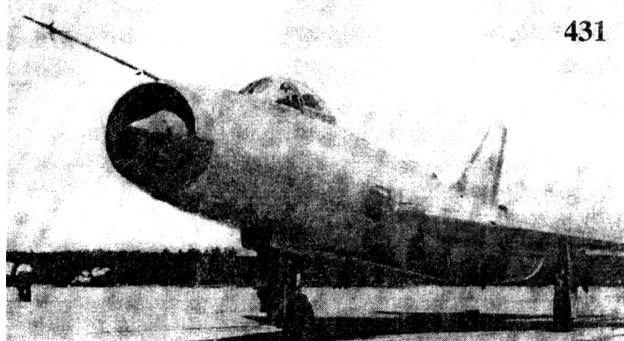
Будущий реактивный Су-7 в проектах главного конструктора представляет длинную сигару на высоком шасси с кабиной пилота в передней части фюзеляжа и одним двигателем в хвосте. Проект будет утвержден, хотя кое-кто на заседании научно-технической комиссии назовет его технической фантазией. Через два года три машины уже готовы к испытаниям. На них самолет покажет скорость, превышающую 2.000 километров в час. Он поднимается на 19.000 метров в высоту. Это намного больше, чем планировалось по правительственному заданию. Самолет рекомендован в серию еще до окончания испытаний. Павел Осипович награжден орденом Ленина.

Следующая идея главного конструктора состоит в том, чтобы уже в реактивном самолете совместить возможности бомбардировщика, штурмовика и истребителя. Павел Осипович закладывает в свое детище такие качества, как способность вести бомбометание с любого маневра, набирать высоту и одновременно выполнять сложные фигуры высшего пилотажа, пушками и ракетами поражать наземные цели и защищаться от истребителей противника. Уникальная машина, которой предстоит стать легендой советских ВВС, главным ударным комплексом всей фронтовой авиации, получит название Су-7Б. Она удивит военных не только своими боевыми возможностями. После того, как Генеральный конструктор рядом с колесами на шасси установит небольшие "лыжи", самолет станет взлетать и садиться на грунтовые аэродромы. Автор книги о

П. О. Сухом А. Кузьмина писала, что в архиве КБ сохранилась киноплёнка, на которой показано, как мощный трактор "С-80" вытаскивает забуксовавший бензоаправщик, а в это время, поднимая фонтаны грязи, Су-7Б объезжает застрявшую наземную технику и уходит на взлет. В одной из частей во время войсковых испытаний летчик вдруг почувствовал, что машина плохо реагирует на действия ручки управления, и катапультировался. Он благополучно приземлился, а потом выяснилось, что... благополучно (без пилота) приземлился и самолет, не получив сколь-либо значительных повреждений. Таковы были планерные качества машины. Су-7Б прослужит в ВВС более двадцати лет. За его создание П.О. Сухому было присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Впереди еще будет работа над первым советским самолетом с изменяемой геометрией крыла. Он поднимется в воздух 2 августа 1966 года. Еще семь лет до этого летчик-испытатель Владимир Ильюшин - сын знаменитого конструктора "Илов" - на самолете П.О. Сухого Т-431 поднимется на высоту 28 километров 852 метра. Еще в 1960 году летчик Андрианов на самолете Сухого Т-405 установил абсолютный рекорд скорости на стокилометровом замкнутом маршруте, равный 2.092 километрам в час. Через два года тот же Ильюшин на Т-431 установит абсолютный рекорд высоты горизонтального полета - 21 километр 270 метров. В том же году на самолете Сухого летчик Анатолий Кознов на 500-километровом маршруте установит мировой рекорд скорости, равный 2.337 километрам. Впереди у Павла Осиповича несколько орденов Ленина, вторая звезда Героя Социалистического Труда, Ленинская премия. И испытания самолета, способного лететь со скоростью 3.000 километров в час...

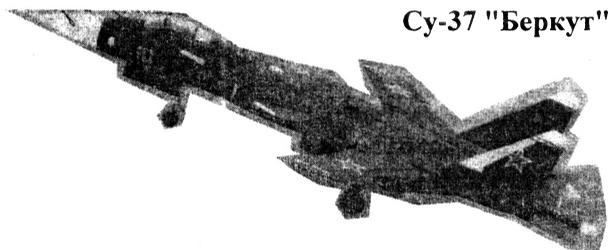
431



Павел Осипович в своей жизни добился многого, в том числе многих званий. А вот академиком не стал. Конструктор Архип Михайлович Люлька, на двигателях которого летали самолеты Сухого, академиком был, сам Сухой - нет. Тот же Люлька писал, что Павел Осипович "создавал образцы оборонной техники на острие науки, на грани научной фантастики", "первым среди других генеральных конструкторов находил реше-

ния, определявшие профиль современных самолетов. Другой академик - тоже известный авиаконструктор Олег Константинович Антонов, "отец" многочисленного семейства "Аннушек" и "Антеев", - утверждал, что "П.О. Сухой в науке был все-таки выше всех нас". Антонов называл Сухого "квинтэссенцией нашей авиации", то есть самой сутью.

В этом году Правительственная комиссия РФ по военно-промышленным вопросам утвердила итоги тендера на разработку боевого самолета пятого поколения. Как заявил глава Минпромнауки Илья Клебанов, головным исполнителем проекта, призванного вооружить армию грозным самолетом-невидимкой и обеспечить дальнейшее присутствие России на мировом рынке авиатехники, станет компания "Сухой" со своим истребителем Су-37 "Беркут".



Су-37 "Беркут"

В жизни Павел Осипович был немногословным, не очень общительным, даже несколько замкнутым, но всегда уравновешенным. Никто и никогда не видел его "заведенным" или впадшим в отчаяние. Сухой есть Сухой, говорили про него коллеги. А летчики-испытатели отмечали, что это

был единственный Генеральный конструктор, который никогда не отвергал замечаний и предложений, касающихся его машин.

Еще Павел Осипович был очень щепетилен. Он ничего не хотел "за так". Рассказывают, что, когда сослуживцы после удачной рыбалки переслали ему несколько килограммов живой рыбы, Сухой сразу же позвонил и уточнил, сколько она стоит. А услышав, что она не стоит ничего, поскольку ее наловили сами, попросил впредь не присылать того, что ничего не стоит. Он никогда - принципиально - не пользовался льготными путевками, льготными столовыми. Все, кто с ним работал, считают, что им здорово повезло.



Знаки памяти П.О. Сухому в г.Гомеле

Павел Осипович Сухой умер в 1975 году, успев "распечатать" девятый десяток, и покоится на Новодевичьем кладбище в Москве. В Гомеле ему установлен памятник, его имя присвоено Гомельскому университету. Имя Сухого носит и его ОКБ. Оно и теперь не просто создает хорошие самолеты, но и во многом диктует моду в мировом авиастроении.

По материалам Я. Алексейчика и др. СМИ

## СЕМИНАРЫ

18.07.2002г. ОО "БОИМ" провело семинар  
**"Опыт и проблемы реализации требований Закона РБ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"**

Были заслушаны и обсуждены доклады:

**Закон о промышленной безопасности как инструмент предупреждений аварий и травматизма.** Корольков Д.И. – председатель ЦП ОО "БОИМ".

**О выполнении "Правил организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах".** Юхновский Н.К. – нач. отдела "Проматомнадзора".

**О соблюдении "Правил" применения технических устройств на опасных производственных объектах (Постановление МЧС № 10 от**

**28.06.2000г.).** Алексеев В.В. – нач. управления по надзору за системами газоснабжения и магистральными трубопроводами Проматомнадзора.



Рис. О. Попова

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОРЫВА В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Продукция сварочных производств Республики Беларусь (около 900 тыс. тонн сварных конструкций в год) страдает завышенными в 1,5–2 раза металлоемкостью, объемом наплавленного металла, расходом электроэнергии для производства по сравнению с европейскими аналогами. До 75% возникающих на этапе производства и эксплуатации дефектов обязаны своему появлению проектным и конструкторским стадиям.

Как свидетельствует мировой опыт, повышение конкурентоспособности может быть обеспечено, наряду с другими техническими и организационными мероприятиями, и за счет построения и эффективного использования сквозных информационных технологий проектирования и подготовки производства сварных конструкций.

В работе [1] справедливо отмечается "серьезное отставание Беларуси в области развития информационных технологий и использования широких возможностей сети ИНТЕРНЕТ, что может привести к существенному отставанию во многих отраслях науки и техники". Однако использование лишь информационных возможностей сети, которая с каждым годом все больше коммерциализируется, превращается в выставку рекламных роликов, вряд ли в состоянии всерьез поднять конкурентный уровень выпускаемой продукции. В сети INTERNET ни одна фирма своего know-how не представляет. Это справедливо как для завер-



*С.В.Медведев,  
к.т.н, заведующий лабораторией  
Института технической кибернетики НАН Б,  
член Ассоциации  
белорусских сварщиков*

шенной продукции, так и для отдельных ее частей, к которым относятся и сварные конструкции.

По непонятным причинам в проекте Государственной программы развития порошковой металлургии и сварки на ближайшую перспективу [2] вопросам разработки, внедрения, сопровождения и совершенствования компьютерных технологий технической подготовки производства сварных конструкций уделено, как нам кажется, заведомо недостаточно внимания. В данной статье предпринимается скромная попытка восполнить отмеченный пробел.

К сожалению, значительная часть сварных конструкций создается специалистами, поверхностно знакомыми с основами технологии сборки-сварки. Профессиональным инженерам-сварщикам (их, кстати, явно недостаточно) не хватает сил, инженерного упрямства, в том числе пробивных, качеств для придания сварным соединениям,

узлам и сборочным единицам технологичного сварочного вида. Инженеров-сварщиков готовят более 50-ти сварочных кафедр ВУЗов СНГ. В Беларуси только одна кафедра в Могилевском государственном техническом университете.

В силу этого сплошь и рядом сварная сборочная единица (ССЕ) неквалифицированно разрабатывается рядовым инженером заводской службы, без соответствия с канонами разработки сварных конструкций. Последствия этого могут быть весьма серьезны – аварийные ситуации, непредвиденные поломки узлов, а также рекламации заказчиков и другие неприятности.

Что делать в подобной ситуации? Необходима комплексная автоматизация проектирования и изготовления на базе информационной увязки основных проектных процессов технической подготовки в рамках компьютерных CALS (Continuous Acquisition and Life Cycle Support) - технологий параллельной разработки и поддержания всех этапов жизненного цикла новых изделий. В известной степени CALS-технологии могут рассматриваться как независимое подтверждение принципов конструктивно-технологического проектирования Н.О. Окерблома, высказанные в 60-х годах прошлого века (Окерблом Н.О. Конструктивно-технологическое проектирование сварных конструкций. – М – Л.: Машиностроение. – 1964. – 419 с.). Только недостаточный уровень

развития вычислительной техники не позволял тогда их использовать и совершенствовать в должной мере.

На общем фоне широкого использования компьютерных технологий проектирования-изготовления, моделирования и мониторинга объектов и процессов, например, механической обработки, сварочный технологический передел в этом отношении весьма отстает.

В исследовательских центрах и предприятиях РБ и СНГ, имеющих отношение к информационным технологиям в сварке, основные усилия направлены на решение проблем в следующих областях: математическое моделирование явлений и процессов в сварочной дуге и околошовной зоне; моделирование кинетики развития сварочных напряжений и деформаций; прогнозирования качества сварных соединений; формирования текстовых технологических документов; конструирования сварочных инструментов, сборочно-сварочной оснастки и нестандартного сборочно-сварочного оборудования; автономного программирования сварочных роботов.

Однако указанные направления работ не скоординированы должным образом. Единой системы с общим методическим стержнем, единой программной средой и ориентированным на специалиста-сварщика интерфейсом пока не разработано.

Создавать сварные конструкции без применения развитых средств геометрического и графического моделирования становится практически невозможно. Зарубежные партнеры при заключении контрактов одним из условий ставят выполнение объектов и их чертежей в элек-

тронном виде в пользующихся на Западе доверием и популярностью универсальных системах. По опыту белорусских предприятий с развитым сборочно-сварочным переделом наиболее часто используются: Unigraphics 15.0 и выше, AutoCAD 2000, Mechanical DeskTop Power Pack 6 и ряд функциональных подсистем, расширяющих технологические возможности продуктов фирмы AutoDesk, российские программные продукты T-Flex и Компас.

Однако в универсальных средах в должной мере не нашло отражение потребность конструктивно-технологического проектирования сварных конструкций. В новых версиях Unigraphics, начиная с 17.0, появляются опции для нанесения сварных швов контактной точечной и дуговой сварки. В ряд систем встроены или имеют с ними сопряжение через стандартный формат обмена данными программные средства конечно-элементного анализа напряженно-деформированного состояния (НДС). Unigraphics стыкуется с системой PATRAN, Solid Works интегрировала в себя COSMOS/M, Mechanical DeskTop Power Pack 6 располагает собственным модулем анализа прочности изотропных тел FEA, представленных твердотельными моделями. Однако использование этих весьма дорогих средств "в лоб" для решения повседневных сборочно-сварочных задач не обеспечивает, как правило, ожидаемой производительности и революционизирующего влияния на сроки, качество разработки и подготовки производства конкурентоспособных сварных конструкций.

Сложившаяся ситуация может вызываться следующими причинами. В универсальных системах геометрического проектирования и моделирования специфика сборочно-сварочных процессов с их конструктивно-технологическим характером отражена достаточно слабо, что еще раз подтверждает существование трудностей в моделировании и алгоритмизации процессов проектирования и подготовки производства сварных конструкций.

В развитых странах разработки любых изделий, в том числе сварных конструкций, ведутся исключительно с помощью современных ПЭВМ и графических станций. Давно осознанно и принято к действию, что в основе проектирования лежит не геометрия деталей, а их функции, продукт-процесс, know-how фирмы, отдела, группы высококлассных специалистов, выстраданные традиции и проверенные методики. Know-how и методики рационального проектирования необходимо "выуживать" из опыта классных специалистов, доступных литературных источников, РТМ и других документов. Методики проектирования, доведенные до соответствующих моделей, алгоритмов и программно-методических средств следует "погружать" в среду базового графического пакета, который "прижился" и освоен специалистами данного предприятия. Лишь в этом случае становится возможным создание инструментария, используя который специалист-несварик, может разработать квалифицированную сварную конструкцию.

Интересен в этом отношении опыт китайских ученых и специалистов, которые до недавнего времени существенно отставали в области компьютерных

технологий в сварке. Однако публикации за последние несколько лет показывают, что сделано серьезное упреждение на базе анализа современных тенденций как сварки, так и процессов компьютеризации. Заслуживает внимания общая теория соединений, в том числе сварочных, применение нейронных сетей, подходов нечеткой логики и другие работы, которые не догоняют, а идут своим оригинальным путем, но в ногу со временем, а может быть и слегка опережая его.

Проведенные исследования, анализ литературных данных, доступной информации в сети INTERNET показывают, что процессы создания сварной конструкции, технологии ее сборки-сварки и средств оснащения должны выполняться в тесном взаимодействии специалистов по конструированию изделий основного производства, технологов и конструкторов оснастки. Схема возникающих при этом циклических проектных процессов конструктивно-технологического проектирования сварных конструкций показана на рис.1.

Блок 1 обеспечивает импорт или диалоговое формирование твердотельных моделей деталей и сварных швов ССЕ. Блок 2 позволяет оценить статическую прочность сварной конструкции на этапе конструирования, когда технология сборки-сварки практически еще не разработана, а существует лишь в виде укрупненных представлений инженера-конструктора. На этом этапе сварные швы, как правило, в конечно-элементных расчетах рассматриваются как некоторые неоднородности, своего рода дефекты сборочных единиц и деталей. Конструктор не принимает во внимание основные эта-

пы и особенности технологических процессов, отдавая их на откуп инженерам-технологам по сварке. Анализ и оценка остаточных деформаций и напряжений на этом этапе также не проводится, что приводит к завышенным допускам входящих в ССЕ деталей и необходимости дополнительной механической обработки, о чем обязательно делаются соответствующие указания в чертежной документации.

Инженер-технолог подключается к работе с твердотельной моделью ССЕ на этапе технологического контроля (блок 4). Если при заданной производственной программе существующий технологический уровень не выдерживает критики, то необходимы коррективы сварной конструкции, вариантов технологического узлового и сварных соединений.

Блоки 6 и 7 позволяют сформировать принципиальную технологию и получить конструктивное воплощение средств технологического оснащения. Блок 8, оцениваемый конструктором и технологом, обеспечивает расчет статической прочности разрабатываемой ССЕ. Во внимание принимается сформированная к этому моменту сборочно-сварочная технология. Блок 10 окончательно оформляет технологическую документацию на взаимосогласованный конструктором и технологом вариант конструкции ССЕ. Считаем, что в случае конфликтных ситуаций, невозможности нахождения консенсуса решающее мнение должно быть оставлено за инженером-технологом по сварке.

Представляется целесообразным подобный научно-методический подход перенести в белорусские сборочно-сварочные

условия. В ближайшие несколько лет на всех предприятиях РБ компьютерные пространственные модели и плоские чертежи будут формироваться в инструментальных универсальных и специализированных программных средах. Для действительно конструктивно-технологического проектирования сварных конструкций в универсальные пакеты необходимо встроить ряд дополнительных опций и методических регламентов компьютерного проектирования: 1) нанесения твердотельных моделей сварных швов с идентификацией начальных и конечных точек, а также формированием локальных схем нагружения внутренними усадочными силами (продольными и поперечными), неравномерными по длине швов;

2) тарирования усадочных сил по результатам сварки (наплавки) экспериментальных образцов в условиях конкретных производств;

3) формирования схем установки и закрепления деталей сварных конструкций с учетом прогнозных направлений перемещения характерных точек и сечений;

4) формирования типовых схем нагружения эксплуатационными нагрузками в статическом и динамическом режимах;

5) оценки перемещений и деформаций конструкций при выполнении сварки швов в заданной последовательности при указанной выше схеме закрепления конструкции с обеспечением возможностей анализа отдельной конструкции после выполнения сварки каждого шва или группы швов;

6) формирования вариантов конструкций универсальных и/или специальных средств оснащения по информации из схем

установки-закрепления сварных конструкций;

7) формирования количественных характеристик конструктивно-технологических вариантов с учетом расходов основных и вспомогательных материалов;

8) конечно-элементного расчета остаточных напряжений и деформаций сварной конструкции, сварной конструкции с приспособлением, сварной конструкции под действием эксплуатационных нагрузок при минимально возможном времени счета;

9) формирования наглядной технологической документации, отражающей как процессы сборки-сварки, так и последовательные изменения результирующего напряженно-деформированного состояния сварных конструкций.

Допускаем, что представленный перечень может оказаться не полным, но в целом за основу он может быть принят. Основную вычислительную нагрузку, как нам кажется, в нем несет пункт 8, который должен реализовываться на современных суперкомпьютерах. Подобная машина семейства суперкомпьютеров СКИФ разработана в рамках Программы Союзного государства, имеет пиковую производительность свыше 30 млрд. операций/с. Суперкомпьютер СКИФ располагается в Институте технической кибернетики НАН Беларуси, к нему может быть организован удаленный доступ заинтересованным пользователям, а также предоставление машинного времени на взаимовыгодных условиях.

Возможно, что потребуется разработка новых решателей конечно-элементных задач, учитывающих как специфику сва-

рочных процессов, так и особенности программной реализации отдельных модулей для эффективного распараллеливания процессов вычислений.

Практически по каждой из 9-ти упомянутых выше опций имеются на территории РБ и СНГ наработки, которые необходимо квалифицированно интегрировать в рамках современного программно-методического комплекса. Некоторые опции (например, конечно-элементный решатель) могут быть закуплены у известных в этой области зарубежных фирм.

Определенные теоретические и практические работы по компьютеризации конструктивно-технологического проектирования реальных сварных конструкций проделаны автором и его коллегами из лаборатории синтеза технических систем Института технической кибернетики НАН Беларуси [3–6]. На рис.2. в качестве примера показана реальная сварная конструкция (а – вид сверху, б – вид снизу) – колосниковая решетка. Габариты 1500x1800x180 мм, масса ~ 550 кг, суммарная длина сварных швов ~ 18 м. Сварка ручная дуговая экспериментального образца по очевидной технологии, предложенной цеховыми специалистами, показала практически неисправимые остаточные деформации, характер которых, по результатам компьютерного моделирования, приведен на рис.3. Интересно отметить, что интенсивная переменная нагрузка на решетку совпадает с направлением прогиба, что еще более усугубляет общее напряженно-деформированное состояние, создает зоны концентрации напряжений и снижает общий ресурс сварной конструкции. Незначительные

изменения, внесенные в конструкцию колосниковой решетки, а также компьютерное моделирование остаточных деформаций до реальной сварки позволили получить незначительный обратный прогиб, направленный в противоположную сторону по отношению к эксплуатационной нагрузке (рис.4). Удалось, таким образом, разгрузить сварные швы, из разряда несущих перевести их в качество связующих, а основной металл сварной конструкции заставить работать в упругой зоне, воспринимая значительную часть нагрузки. При переходе к выпуску партий подобных конструкций потребуются сборочно-сварочная технологическая оснастка, влияние которой на результирующее напряженно-деформированное состояние сварной конструкции также может быть оценено при постановке и проведении соответствующих конечно-элементных расчетов.

### Выводы

1. Повышение конкурентоспособности сварных конструкций в основных машиностроительных отраслях промышленности РБ целесообразно выполнять на базе углубленного конструктивно-технологического проектирования в современных высокопроизводительных программно-технических и информационных средах.

2. Требуется оперативное создание оригинальных программных, методических и инструментальных средств конструктивно-технологического проектирования, моделирования и прогнозирования ресурса конструкций.

3. В РБ и СНГ имеется достаточно наработок, сохранивших-

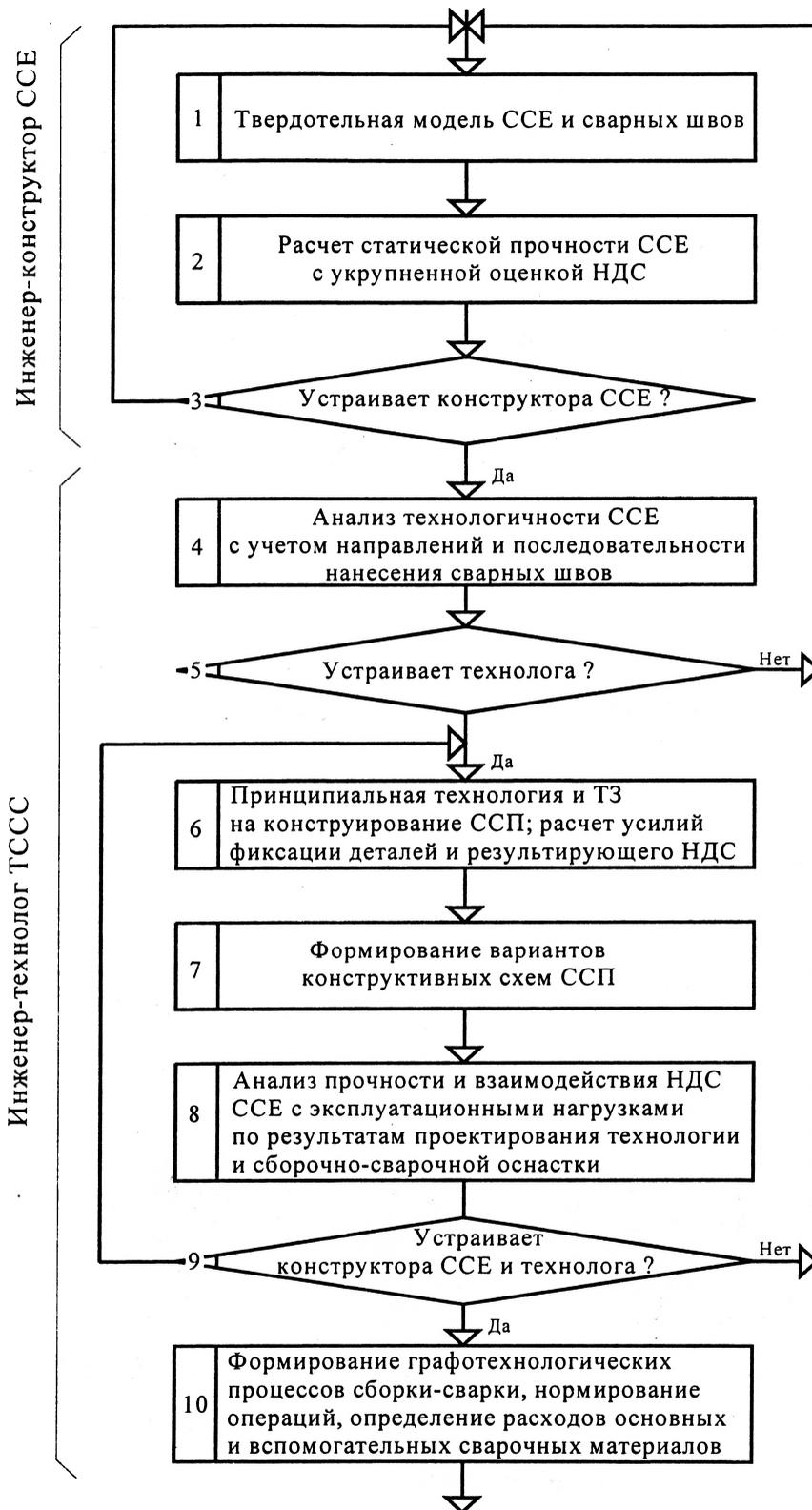
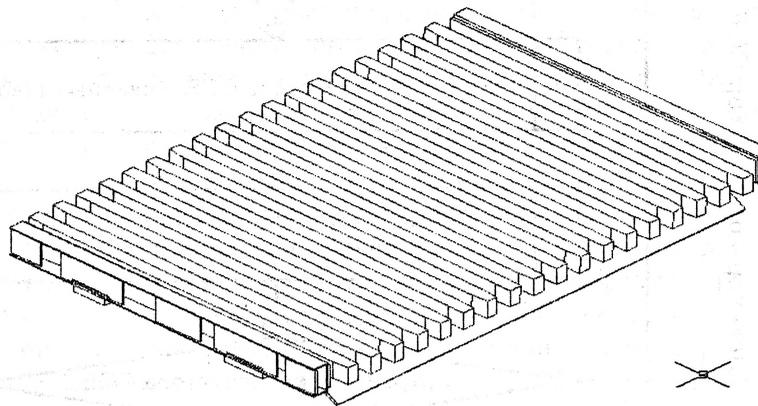
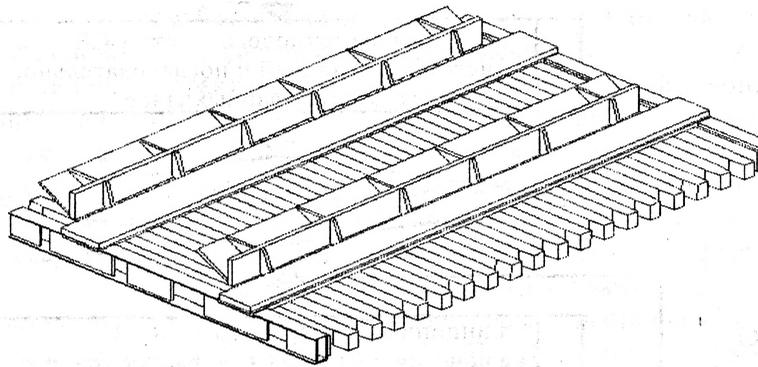


Рис.1. Циклические процессы конструктивно-технологического проектирования сварных конструкций общего назначения



а)

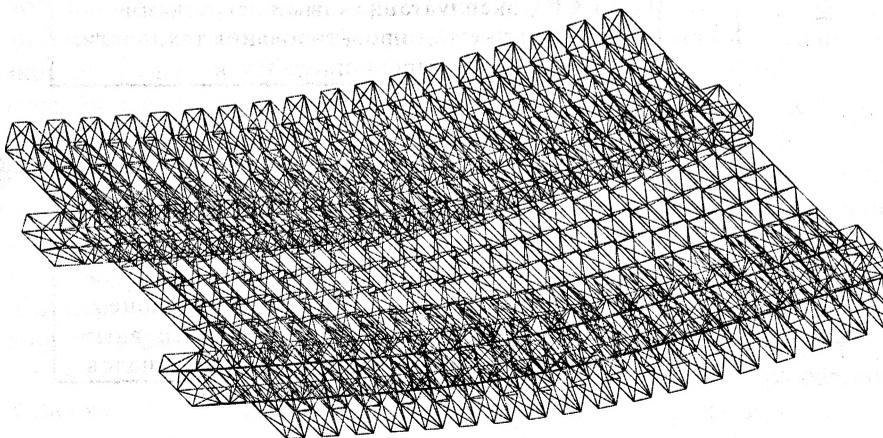


б)

Рис.2. Компьютерная твердотельная модель колосниковой решетки



а)



б)

Рис.3. Остаточные деформации исходной сварной конструкции

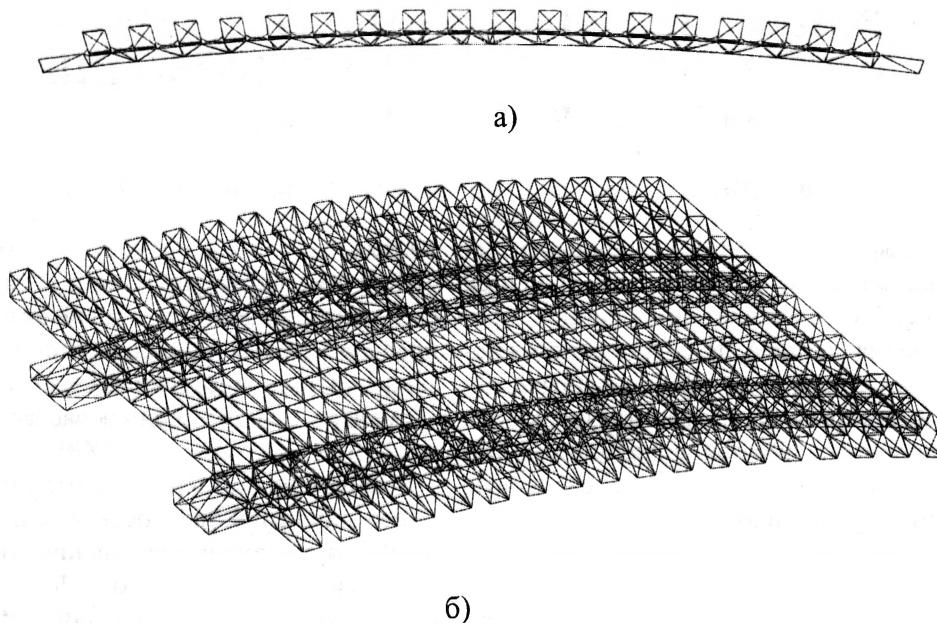


Рис. 4. Остаточные деформации сварной конструкции после конструктивно-технологических изменений

ся коллективов и собственных суперкомпьютеров, которые в совокупности могут обеспечить реальный технологический прорыв в технической подготовке сварных конструкций.

4. Назрела давно необходимость создания новых методических пособий по конструированию сварных конструкций общемашиностроительного применения, ориентированных на специалистов, для которых сварка – лишь один из многих технологических переделов; такие пособия должны быть изначально выполнены в компьютерном виде и размещены в сети INTERNET на сайтах соответствующих отраслевых или ведомственных структур.

Представляется целесообразным использование научно-технического журнала “Инженер-механик”, а также информационные и методические возможности Ассоциации белорусских сварщиков [7], для публикации и обсуждения серии статей, отражающих современные тенденции в создании прогрессивных технологичных сварных

конструкций с использованием информационных технологий проектирования и инженерного анализа. Автор готов принять посильное участие в подобной работе и приглашает к ней заинтересованных специалистов (т. 284 21 67, e-mail: medv @ newman. bas-net.by).

#### Литература

1. Лохманенко Н. Технологический прорыв: кто не успел, тот опоздал навсегда // Инженер-механик. – 2001. - №4(13). – С.5 – 6.
2. Шелег В.К., Рагунович С.П. О проекте Государственной программы развития порошковой металлургии и сварки в Беларуси на 2001 ... 2005 годы в области сварочного производства // Сварка и родственные технологии. Межотраслевой научно-технический сборник. – Минск: БГ НПКПМ. – 2001. - №4. – С.7 – 26.
3. Медведев С.В. Построение сквозных компьютерных технологий конструктивно-технологического проектирования сварных конструкций общемашиностроительного назначения // Технология ремонта, восстановления, уп-

рочнения и обновления машин, механизмов, оборудования и металлоконструкций. Материалы 4-й Всероссийской практической конференции 16 – 18 апреля 2003 года. – С – Петербург: С-Петербургский государственный технический университет. – 2002. – С.169 – 174.

4. Медведев С.В. Компьютерные технологии проектирования сборочно-сварочной оснастки. - Минск: Ин - т техн. кибернетики НАН Беларуси. - 2000. - 194 с.

5. Медведев С.В. Компьютерное прогнозирование остаточных деформаций сварных конструкций при технологическом проектировании // Сварочное производство. - 2001. - №8. - С.10 - 18.

6. Медведев С.В., Кункевич Д.П. Опыт эффективного компьютерного проектирования сборочно-сварочного технологического оснащения // Автоматическая сварка. - 2001. - №3. - С.41 - 44.

7. Денисов Л.С. Ассоциация белорусских сварщиков – важное звено технического прогресса // Инженер-механик. – 2002. - №1(14). – С.5 – 6.

## ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ АЗОТИРУЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ ИЗ ЛЕГИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

*Д.В. Тохтер, инженер, АО "Морион" (Санкт-Петербург)*

В связи с возросшими эксплуатационными требованиями к точности штампов для холодной штамповки особое значение приобретают процессы упрочнения деталей. В современном производстве блоки штампов унифицированы и используются многократно для сменных пуансонов и матриц. Упрочнение деталей унифицированных блоков обеспечивает высокую износостойкость, минимальную деформацию и стабильность размеров при продолжительной эксплуатации.

В результате насыщения поверхностных слоев стали азотом образуются мелкодисперсные твердые нитриды, обеспечивающие высокую износостойкость поверхности. Деформация азотированных деталей значительно меньше, чем после цементации и закалки. Структура азотированного слоя стабильна и не изменяется во времени. Широко применяемая сталь 38ХМЮА для азотируемых деталей имеет повышенную хрупкость азотируемого слоя. Для среднелегированных сталей характерно понижение твердости по глубине слоя, что ограничивает использование метода шлифования азотируемых деталей для придания им точных размеров.

Применение безалюминиевых конструкционных сталей позволяет расширить номенклатуру азотируемых точных деталей. Преимущества таких сталей заключаются в большей вязкости азотированного слоя и плавном снижении твердости по глубине. Практика показала, что безалюминиевые конструкционные стали марок 40Х, 40ХФА, 18ХГТ, 45ХЦ, 30ХМА, 40ХНМА, 30НЗВА после азотирования имеют твердость поверхности 56-62 HRC. По сравнению с алюминийсодержащими сталями марки 38ХМЮА пониженная твердость азотируемого слоя в безалюминиевых сталях связана с меньшей насыщенностью его азотом. Поэтому объемные изменения и коробления деталей из безалюминиевых сталей меньше, чем в случае применения стали 38ХМЮА. Исследования износостойкости при работе колонок штампов со смазкой показали, что азотируемые слои безалюминиевых конструкционных сталей обладают в два раза большей износостойкостью по сравнению с высокоуглеродистыми сталями, закаленными на твердость 58-

60 HRC.

На свойства азотируемого слоя безалюминиевых конструкционных сталей оказывает влияние предварительная термическая обработка. Это связано с перераспределением нитридообразующих элементов между твердым раствором и карбидами.

Повышение температуры отпуска при улучшении и снижении твердости стали перед азотированием приводит к уменьшению твердости и глубины азотированного слоя. Поэтому при выборе режима обработки конкретной детали перед азотированием необходимо назначать улучшение на максимально возможную твердость. При этом температура отпуска не должна быть ниже 560-570 °С. Для уменьшения деформации азотируемых точных деталей после механической обработки до азотирования рекомендуется производить дополнительный стабилизирующий отпуск при температуре 570-580 °С.

Азотирование конструкционных сталей, не содержащих алюминия, ведется при температуре не выше 520 °С и степени диссоциации аммиака 15-25 %. При большей температуре и степени диссоциации твердость азотируемого слоя снижается. Насыщение азотом безалюминиевых сталей ускоряется на 30-50 % по сравнению со сталью 38ХМЮА.

Выбор стали зависит от геометрической конфигурации деталей и условий их работы. При несимметричной геометрической форме и резких переходах в сечении рекомендуется применять сталь марки 40ХФА или 30ХГТ, которая обеспечивает при азотировании меньшую деформацию и высокую износостойкость. В случаях, когда поверхность детали должна иметь твердость выше 60 HRC, целесообразно применять обычные алюминийсодержащие стали марок 38ХМЮА или 38ХВФЮА.

Последовательность операций технологического процесса изготовления азотируемых втулок, гильз, колец следующая: 1) обдирка с припуском 1-1,5 мм на сторону; 2) улучшение: сталь 40ХФА - закалка 880-900 °С в масле, отпуск при 620-640 °С, выдержка 2 ч, твердость HB 268-300; сталь

ЗОХГТ - закалка 840-850 °С в масле, отпуск при 570-590°С, твердость НВ 217-230; 3) токарная обработка; 4) стабилизирующий отпуск при 580-600 °С, выдержка 8 ч, охлаждение с печью; 5) шлифование; 6) азотирование: температура 500-520 °С, выдержка 36 ч, степень диссоциации аммиака 15-25 %, охлаждение при непрерывной подаче аммиака до 200 °С; стали 40ХФА и ЗОХГТ - глубина слоя 0,35-0,45 мм, твердость HRC 56-58; 7) шлифование или доводка.

Последовательность операций технологического процесса изготовления скалок, колонок и осей: 1) обдирка с припуском 2-2,5 мм на диаметр; 2) улучшение: сталь 38ХМЮА или 38ХВФЮА - закалка 930-950 °С, отпуск при 650-670 °С, выдержка 2 ч, твердость НВ 270-300; 3) токарная обработка; 4) стабилизирующий отпуск при 580-

600 °С, выдержка 8 ч, охлаждение с печью; 5) шлифование; 6) азотирование: температура 500-520 °С, выдержка 36 ч, степень диссоциации аммиака 15-25 %, глубина слоя 0,3-0,35 мм, твердость HRC 64-67; 7) шлифование или доводка.

Таким образом, прогрессивные методы термической обработки ответственных стальных деталей штампов обеспечивают минимальное коробление и износостойкость деталей в эксплуатации.

#### *Литература*

Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т./Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985.

*Ж. "Металлообработка" № 5, 2001*

## АЭРОТЕРМОАКУСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

*В.К. Ерофеев, к.т.н., Г.А. Воробьева, к.т.н., П.Г. Генкин, аспирант,  
Балтийский государственный технический университет  
им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург*

Современный уровень отечественной технологической науки в большинстве отраслей промышленности, в частности, в металлургии и машиностроении не отвечает требованиям сегодняшней рыночной экономики (большие энергозатраты, низкое качество, высокая стоимость и т.д.). Разработкой прогрессивных технологий упрочнения металлов и сплавов занимаются ученые и практики во многих странах. При этом используются новейшие достижения, полученные в различных областях науки (теплообмена, газодинамики, акустики, физики твердого тела, термодинамики и т.д.). Особое внимание при создании новых наукоемких технологий уделяется комбинированным средствам воздействия (температурные и силовые поля, криогенная, лазерная, многоциклическая обработка и т.д.) [1,2,3].

В настоящей работе представлены результаты исследований аэротермоакустического воздействия на металлы и сплавы, приведены описания созданных на этой основе технологических процессов. Основными операциями в предложенных технологиях являются нагрев деталей (заготовок) до определенных температур и последующее охлаждение, включая криогенное воздействие, в мощном акустическом поле звукового диапазона дискретных частот с уровнями звукового давле-

ния 150-170 дБ и потоке газа (метод запатентован в 1999г.). Использованные газоакустические системы являются разработкой авторов.

В результате проведенных исследований были разработаны и апробированы в лабораторных условиях следующие варианты технологических процессов, использующие операции стандартной термообработки (СТО) и аэротермоакустическую обработку (АТАО): нагрев для закалки с последующим охлаждением в акустическом поле и стандартным отпуском; стандартная закалка, нагрев для отпуска с последующим охлаждением в акустическом поле; полная СТО, нагрев для отпуска (низкого) с последующим охлаждением в акустическом поле.

Охлаждение нагретых деталей с наложением звукового поля и газового потока может быть реализовано по двум вариантам в зависимости от габаритов деталей и целей обработки:

- 1) охлаждение в резонаторе газоструйного генератора звука (максимальные уровни звукового давления и минимальные скорости потока газа);
- 2) охлаждение в газоструйной системе с наложением звуковых колебаний (средние уровни звукового давления и большие скорости потока, удобен для крупногабаритных деталей).

Управление параметрами аэротермоакустиче-

ского воздействия (температуры, скорости охлаждения, скорости потока газа, амплитудно-частотных характеристик) осуществлялось за счет варьирования геометрических характеристик установок, параметров рабочего газа (воздух, азот и др.), времени термоакустического воздействия, введения дополнительных охлаждающих средств (впрыск жидкости) и т.д. Экспериментальные оценки эффективности охлаждения сред, используемых при АТАО, показали, что они близки к эффективности масел. Для повышения эффективности охлаждения использовались водовоздушные смеси.

Экспериментальные исследования и опытная отработка технологий проводилась на стандартных образцах, деталях и инструменте, изготовленных из различных конструкционных и инструментальных сталей и сплавов (углеродистых и легированных): 65Г, 8Х4В2С2МФ, 40, 45, У8, У8А, У10, 40Х, 40ХС, 30ХМА, 60С2А, 20Х13, Р6М5, Р9, Р18, ВК8, ВК10, Т15К6 и др. Были выполнены сравнительные (статические и динамические) испытания образцов, прошедших СТО и АТАО, в результате которых определялись характеристики прочности и пластичности. Для проверки обработанного инструмента (режущего

и штампового) проводились испытания на износостойкость.

С целью изучения структурных изменений в металле использовались визуальные методы оптической и электронной фотографии и фрактографии, а также проводились механические испытания. В табл. 1 приведены результаты сравнительных испытаний стали 40Х.

Результаты свидетельствуют, что АТАО на стадии закалки с последующим отпуском при  $t=550\text{ }^\circ\text{C}$  обеспечивает повышение прочности без снижения пластичности и вязкости. Тот же вариант закалки, но с отпуском при  $t=600\text{ }^\circ\text{C}$  по сравнению с аналогичной СТО улучшает прочностные характеристики ( $HRC$ ,  $\sigma_b$ ,  $\sigma_{0,2}$ ) и практически не ухудшает характеристик пластичности ( $\delta$ ,  $\psi$ ). Использование АТАО на стадии отпуска повышает характеристики прочности и пластичности стали за счет ускорения диффузионных процессов при существенном сокращении времени обработки (примерно в 3 раза).

Важной характеристикой является прокаливаемость стали, которая в данном случае увеличилась на 20-28 %.

Таблица 1

Режим обработки	Твердость $HRC_3$ после закалки	Режим отпуска	Твердость $HRC_3$	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	КСУ, Дж/м <sup>2</sup>
СТО	56	550°C 0,5 ч	33-35	1180	1120	12	52	70
		550°C 0,5 ч	30-32	1170	1080	13	56	80
		600°C 0,5 ч	20-23	1020	930	14	58	115
АТАО	56-58	550°C 0,5 ч	35	1290	1215	13	56	80
		550°C 0,5 ч	32-34	1200	1140	13	56	120
		600°C 0,5 ч	-	1060	980	13	60	120

Результаты получены по измерениям твердости в сечениях закаливаемых образцов ( $\varnothing$  25-40 мм,  $l=150$  мм), разрезаемых на расстояниях 20 и 40 мм от торца.  $D_{50}$  для стали 40Х - 40 мм, что больше, чем при охлаждении ее в масле,  $HRC$  50-52 в центре образцов. Повышение прокаливаемости связано тем, что при использовании АТАО вместо растягивающих напряжений (как при закалке в масле) в стали возникают сжимающие напряжения, что и определяет увеличение прокаливаемости стали [4].

Для определения влияния АТАО на хладостойкость стали, и чувствительность к отпускной хрупкости II рода были проведены испытания на ударный изгиб (образцы с U-образным и V-

образным надрезами). После отпуска (температура более 500 °C) образцы охлаждались по нескольким вариантам: на воздухе, вместе с печью, в воде. Испытания на хладостойкость проводились при температурах от +20 до -100 °C. Результаты подтвердили, что при всех температурах ударная вязкость стали, прошедшей обработку, выше, чем у стандартной

Необходимо отметить, что ударная вязкость образцов, охлажденных с печью после отпуска, в области температур от -60 до -100 °C выше, чем у образцов, подвергнутых стандартной закалке и отпуску с последующим охлаждением в воде. Эти результаты свидетельствуют о том, что АТАО практически устраняет чувствительность стали к

отпускной хрупкости II рода. Кроме того, судя по содержанию волокна в изломе ударных образцов (В, %), определенных по стандартной методике (ГОСТ 4543-71) порог хладостойкости стали 40X после обработки становится равным  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  при охлаждении на воздухе после отпуска и  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  при закалке в масле и охлаждении в воде после отпуска. Испытания на хладостойкость в интервале температур от  $+20$  до  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  выявили, что АТАО при закалке снижает температуру перехода стали в хрупкое состояние ( $T_{50}$ ) с  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Исследование структурных изменений в металле проводилось путем фрактографического исследования изломов образцов. Установлено, что при температуре испытаний  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  поверхность изломов образцов, прошедших АТАО состоит из зон квазискола, гребней и участков ямочного строения. При варианте обычной закалки участки формируют поверхность излома со сравнительно плоскими фасетками.

АТАО способствует формированию поверхности излома, свидетельствующей о том, что разрушение образцов происходит не в строго ориентированном направлении: помимо магистральной трещины возникают и микротрещины, ориентированные к ней под разными углами. Это способствует увеличению энергоемкости разрушения вследствие усложнения рельефа излома. Кроме того, образование ступенек на плоскостях скола связано с большими затратами энергии, чем формирование гладкой поверхности излома. После АТАО в стали может происходить вязкое торможение микротрещин вследствие релаксации напряжений в вершине трещин, если они переходят субзерно. Торможение трещины обусловлено затратами энергии на разрушение фрагментированной структуры в узкой зоне, непосредственно примыкающей к микротрещине.

Наличие в стали, подвергнутой АТАО, участков прохождения трещин через тело субзерен позволяет объяснить повышение энергии разрушения торможением микротрещин. При пересечении микротрещиной границы ячейки ее скорость уменьшается, и вследствие микропластической деформации происходит затупление вершин трещины.

АТАО осуществлялась и в процессе охлаждения после отпуска закаленной стали 40X. При температурах высокого и низкого отпуска АТАО в процессе охлаждения способствует повышению пластичности стали за счет ускорения диффузи-

онных процессов. Ускорение диффузионных процессов (о чем говорилось выше) приводит к уменьшению числа карбидов, имеющих пластинчатую форму, что содействует повышению механических свойств. Кроме того, на повышение механических свойств влияют еще ряд факторов, в числе которых релаксация пиковых напряжений на границах фаз путем эстафетной передачи деформации в ненапряженные микрообъемы, возможное увеличение подвижности дислокации за счет отрыва от мест закрепления и т. д. Это позволяет сократить время отпуска при температурах  $500-600\text{ }^{\circ}\text{C}$  до 40 мин вместо 1,5 ч при стандартной термической обработке.

Повышая пластичность стали после низкого отпуска (при некотором повышении прочности), АТАО расширяет возможности использования стали типа 40X в высокопрочном состоянии. Механические свойства стали 40X, подвергнутой АТАО по этому режиму, практически не ниже, чем после высокотемпературной термомеханической обработки.

АТАО оказывает влияние на формирование структуры аустенита и мартенсита. Измельчение кристаллов и блоков мартенсита обеспечивает благоприятное изменение свойств, как при комнатной, так и при отрицательных температурах (снижается температура перехода стали в хрупкое состояние  $750$  на  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Повышение прочности конструкционных сталей после АТАО, проводимой на стадии закалки, может быть связано с фрагментацией зерен аустенита. Уменьшение размера фрагментов зерен аустенита и увеличение угла их разориентировки увеличивает сопротивления пластической деформации [5]. Ускорение диффузионных процессов под воздействием АТАО в процессе охлаждения после отпуска способствует значительному увеличению пластичности.

Результаты механических испытаний стали 45, проведенных после СТО и АТАО показали, что дополнительная АТАО позволяет повысить прочностные характеристики на 5-15 %, практически не ухудшая пластичности металла, существенно снизить пороги хладостойкости (на  $\approx 30\%$ ).

Испытания режущего инструмента из стали Р6М5 после АТАО показали увеличение износостойкости в 1,5-4 раза, это связано с уменьшением количества остаточного аустенита в стали, уменьшением и перераспределением остаточных напряжений.

Существенное влияние АТАО на твердость

(HV) сталей 8X4B2C2MФ, 9ХС.

Металлографические исследования показали значительное измельчение зеренной структуры (почти в 2 раза) и уменьшение размеров карбидов. Измельчение зерна и карбидной фазы приводит к повышению уровня вязкости стали, увеличению количества волокон в изломе [5].

АТАО также была использована для обработки ковких чугунов с целью устранения распространенного дефекта ("отбела"), не позволяющего обрабатывать детали резанием. Использование АТАО (метод запатентован в 2000 г.) позволило существенно упростить технологию и сократить время устранения брака "отбела", после чего чугун поддается обработке резанием.

Все варианты использования АТАО выполнялись без использования охлаждающих жидкостей (масел, полимеров и т.д.), как правило, экологически вредных и подлежащих сложной и дорогостоящей утилизации.

Таким образом, предложен и прошел лабораторную апробацию новый метод целенаправленного управления структурными и механическими свойствами металлов и сплавов. Отработаны отдельные варианты технологических процессов и технологического оборудования, отличающиеся относительной простотой, низкой стоимостью и экологической чистотой. Имеется конструкторская и технологическая документация. Современное состояние разработок позволяет использовать

их в промышленности. Работы по данному направлению продолжаются. Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке ФЦП "Интеграция" (проект А0135).

#### Литература

1. Полевой С.Н., Евдокимов В.Д. Упрочнение металлов. Справочник. - М.: Машиностроение, 1981. - С. 320.
2. Смагоринский М.Е., Булянда А.А., Кудряшов С.В. Справочник по термомеханической и термоциклической обработке металлов. - СПб.: Политехника, 1992. - С. 416.
3. Ерофеев В. К., Никитин И. Е. Использование мощных звуковых полей при термообработке сталей /Проблемы обеспечения качества изделий в машиностроении: Сб. науч. тр. - Красноярск: Изд-во КГТУ, 1994. - С. 302-305.
4. Лошкарёв В. Е. Математическое моделирование процесса закалки с учетом влияния напряжения на структурные превращения в стали //Металловедение и термическая обработка. - 1986. - № 1. - С. 2.
5. Лысяк Л.И., Николин Б.И. Физические основы термической обработки стали. - Киев: Техника, 1975. - С. 60.
6. Бахарев О.Г. Металлофизика, - М.: Металлургия, 1989. - № 6. - Т. 2. - С. 78.

Журнал "Металлообработка", № 6, 2001

## ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ

### АВГУСТ

**7.08. - 90 лет** назад было открыто космическое излучение. Во время подъема воздушного шара на высоту 5000 метров австрийский физик Виктор Франс Гесс установил, что ионизация воздуха с высотой возрастает. Это позволило прийти к выводу о наличии неизвестного до сих пор космического излучения.

**12.08. - 115 лет** назад родился Эрвин Шредингер (ум. 1961), австрийский физик и лауреат Нобелевской премии 1933г. Он развивал волновую механику и разработал главные положения квантовой и атомной теории, сделал важный шаг в естествознании на пути к "солярной" картине мира и ее осознанию.

**13.08. - 100 лет** со дня рождения Феликса Ванкеля (ум. 1988),

немецкого инженера и изобретателя, создателя оригинального роторно-поршневого двигателя внутреннего сгорания.

**19.08. - 340 лет** назад умер Блез Паскаль (род. 1623), математик и физик, называвший человека "мыслящим тростником", философ, писатель.

**23.08. - 620 лет** назад началась оборона Москвы от Тохтамышша. Тогда впервые на Руси применена в бою артиллерия.

**24.08. - 170 лет** назад умер Никола Леонар Сади Карно (род. 1796), французский физик, один из основателей термодинамики.

**27.08.1874** - родился Карл Бош (ум. 1940), немецкий химик, лауреат Нобелевской премии 1931г. Создал первую промышленную установку синтеза аммиака на

железном катализаторе.

**30.08. - 150 лет** со дня рождения Якобуса Хванта Хоффа, нидерландского физика, химика, первого лауреата Нобелевской премии по химии 1901г., изучал расположение молекул, считается основателем стереохимии.

**30.08. - 90 лет** назад родился Эдвард Перселл, американский физик, лауреат Нобелевской премии 1952г.

**30.08. - 65 лет** назад родился Брюс (Лесли) Макларен (ум. 1970), автогонщик "Формулы-1", конструктор гоночных автомобилей знаменитой теперь фирмы. В 1959 г. Макларен стал самым молодым победителем этапа автомобильной "Формулы-1". Погиб конструктор в аварии при испытаниях новой модели.

## ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Отделением Fishertech английской фирмы Fisher Gauge Ltd. разработана и запатентована технология получения неразъемного соединения небольших деталей из однородных и разнородных материалов путем введения между ними расплавленного металла (цинкового сплава), получившая название Injected Metal Assembly (процесс ИМА). Той же фирмой выпускается производственное оборудование для сборки узлов по этой технологии.

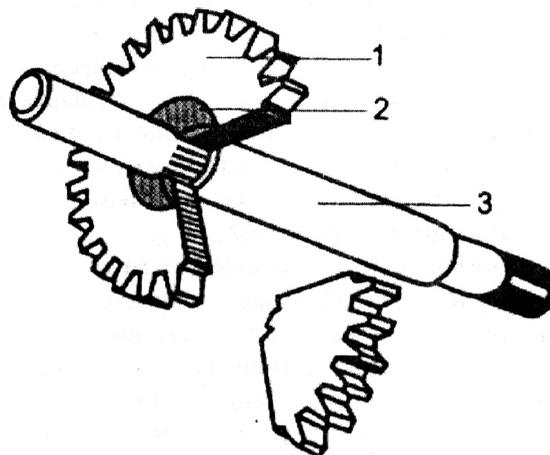
По утверждению фирмы, данный процесс не только повышает точность и качество сборки узлов, но в ряде случаев сокращает число технологических операций и позволяет отказаться от отдельного изготовления некоторых деталей собираемого узла, заменяя их соответствующими элементами или формами из отлитого металла. В результате повышается производительность труда и снижаются издержки производства.

Для соединения деталей и сборки узлов методом ИМА специальное сборочное приспособление (отдельное для каждого типа и конфигурации собираемого узла) устанавливается в рабочую головку машины для этого процесса. Выпускаются как полуавтоматические, так и полностью автоматические машины.

Схематично процесс ИМА иллюстрируется на примере соединения плоской шестерни с валом (рис. 1). Детали узла автоматически или вручную вводят в сборочное приспособление, где они автоматически устанавливаются в требуемое взаимное положение, после чего в промежуток между ними нагнетается расплавленный металл (обычно сплав цинка), который очень быстро затвердевает и усаживается в направлении к его теоретическому центру, образуя, в данном примере, элемент узла, подобный втулке или ступице. Тем самым создается прочное механическое сцепление между соединяемыми деталями. Собранный этим методом узел никаких финишных операций обычно не требует и может быть немедленно передан на следующий пост. По сравнению с такими способами соединения деталей, как напрессовка, обжатие, клепка, пайка, сварка и другими, процесс ИМА сокращает производственный брак и обходится дешевле, так как часто не требуется проведения операций подготовки деталей к соединению.

При решении вопроса о целесообразности закупки оборудования для процесса ИМА следует

учитывать только следующие факторы: размеры соединяемых деталей, их пригодность для подачи в машину механизмом питания, величину заполняемого зазора между ними и требуемый объем вводимого металла. При этом можно пренебречь материалом соединяемых деталей, конфигурацией соединения между ними, а также какими-то особыми условиями обращения с собранным узлом после его выхода из машины.



**Рис. 1. Соединение шестерни с валом: 1 — шестерня; 2 — введенный цинковый сплав; 3 — вал**

Технология ИМА, как сообщает журнал, дает наибольший экономический эффект в следующих случаях:

- соединяющий элемент, образуемый отвердевшим металлом, может помимо своего основного назначения - соединения деталей узла - одновременно заменять какую-то деталь данного узла и выполнять ее функцию;
- отверстие в детали, соединяемой с круглым валом, и наружная поверхность вала после их соединения должны оставаться строго концентричными;
- при сборке узла из нескольких деталей, которые должны располагаться между собой с высокой точностью, особенно когда при других методах сборки узла для этого требуется много операций;
- при больших издержках на подготовительные и финишные операции.

Типичными сферами эффективного применения технологии ИМА являются сборка валов с шестернями, сборка роторов электродвигателей, многослойных штампованных изделий, установка

деталей на концах тросов и другие.

Примером сокращения числа операций, благодаря исключению необходимости отдельного изготовления деталей узла в результате использования метода IMA с одновременным улучшением конструкции и работы изделия, а также его удешевлением, является изготовление термостатического защитного выключателя. Такой выключатель содержит биметаллическую пластину, к которой обжатием прикрепляется теплоотвод. При этом нередко возникают проблемы обеспечения плотного контакта этих деталей без воздушного промежутка. Технология IMA не только решает эту проблему, но и устраняет необходимость отдельного изготовления теплоотвода, создавая его в цинковом сплаве непосредственно на биметаллической пластине как интегральную часть узла. Устройство получается более прочным и с лучшим контактом поверхностей.

В автомобильной промышленности технология IMA успешно используется, например, при изготовлении одного из узлов антиблокировочной тормозной системы, состоящего из ступенчатого и прямого валов и подшипников (рис. 2). Оба вала отливаются из сплава цинка внутри и вокруг подшипников. Производительность превышает 600 изделий в час, при этом существенно сокращается стоимость валов благодаря отсутствию необходимости их предварительного изготовления. В других случаях на стальном валу можно отлить кулачок или одну-две шестерни из цинкового сплава. Скорость сборки таких узлов достигает 800 единиц в час.

Выпускаются сборочные приспособления, предназначенные для закрепления различных элементов на конце металлического троса. Примером может служить закрепление детали в форме лопатки на конце троса диаметром 4 мм масляного шупа для двигателей некоторых грузовых автомобилей. Ранее трос соединяли с лопаткой посредством предварительно изготовленной стальной соединительной детали, что требовало двух операцийковки и последующей пайки. При изготовлении такого узла по технологии IMA (рис. 3) концы троса и лопатки стыкуются между собой и на них отливается втулка из цинкового сплава, обеспечивающая прочное соединение между ними. Сборка происходит значительно быстрее, точнее и дешевле.

На концах проволочных тросов, валов и подобных им деталей можно за одну операцию получать литые элементы различного назначения практически любой формы. Для этого расплав-

ленный металл вводят под давлением в специальную литейную форму требуемой конфигурации на конце троса или вала. В результате усадки металла при его охлаждении создается механическое сцепление отлитого элемента с тросом, не уступающее по сопротивляемости расцеплению обычным методам соединения. Требуется только специальное дополнительное устройство для небольшой высадки конца троса. Трос обычно автоматически подается в машину, конец троса немного высаживается, и на нем наплавляется требуемая деталь.

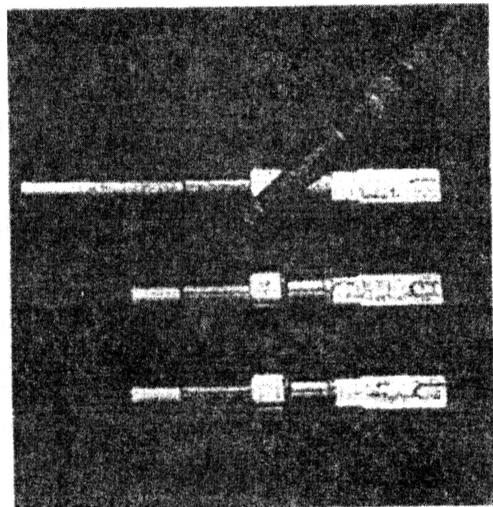


Рис. 2. Сборка узла системы АБС по технологии IMA

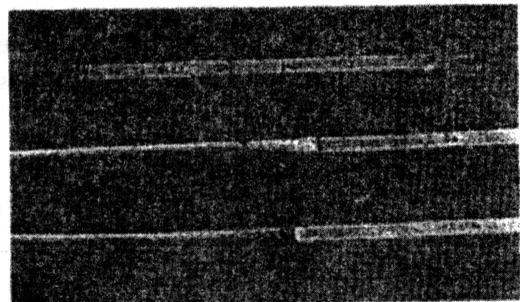


Рис. 3. Сборка масляного шупа по технологии IMA

В ряде случаев процесс IMA может заменить клепку. Расплавленный цинковый сплав хорошо протекает через сообщающиеся отверстия любой формы и размера, которые могут быть специально проделаны с этой целью между соединяемыми деталями. Ими могут быть, например, штампованные листы из разных материалов, собираемые в слоистое изделие. Такой метод, получивший

название "соединение жидкими заклепками", позволяет в большей степени компенсировать неточности взаимной установки соединяемых деталей. После отвердевания такие "заклепки" в случае необходимости можно проковать. Технология при высокой производительности сборки позволяет выдерживать малые допуски, порядка 0,05-0,1 мм, и удовлетворять жестким требованиям к прочности соединения.

Сборку методом IMA можно производить с множеством различных деталей, отличающихся как формой, так и материалом, начиная от тонких валов диаметром 0,5 мм и дисков толщиной 0,5 мм до различных деталей размером до 152 мм. Возможна сборка деталей и большего размера, но в этих случаях требуются рабочие головки нестандартной номенклатуры, изготавливаемые по специальному заказу.

При проектировании узла с учетом его сборки методом IMA следует учитывать ряд специфических условий и требований. Так, если какая-то деталь узла должна отливаться в нем из металла, то должны быть учтены некоторые металлургические требования, крип, необходимость создания галтелей и прочее. Необходимо рассчитать количество расплавленного металла, требуемое для соединения деталей или создания литых деталей. Оно должно быть достаточным для вы-

держивания нагрузок, которым будет подвергаться данный узел при эксплуатации, но не превышать 11,5 см<sup>3</sup> на один узел. В целях достижения высокого качества соединения деталей заполнение промежутка между ними расплавленным металлом следует выполнять возможно быстрее, поэтому необходимо, чтобы расстояние перемещения жидкого металла было возможно более коротким. Заполняемый промежуток или зазор между деталями должен быть не менее 0,13 мм, оптимальная средняя величина зазора 1,3 мм.

Для облегчения удаления отливки из формы в полости литейной формы или на сторонах стержня можно предусмотреть небольшую конусность, хотя в большинстве случаев это не требуется. Если такая конусность недопустима, тот же результат можно получить за счет некоторого размерного допуска.

Линия разъема литейной формы должна быть возможно более прямой и плавной. Если одновременно с соединением деталей из того же металла отливается наружная резьба, линия разъема должна проходить по всей длине резьбового участка, и на глубине внутреннего диаметра резьбы, когда это возможно, должны быть сделаны диаметрально противоположные лыски.

*Ж. "Автостроение за рубежом", № 4, 2000 г.*

НОВИНКИ ТЕХНИКИ

**ШЕСТИНОГИЙ "ЛЕСОКОМБАЙН"**

Финская компания "Plustech" - дочернее предприятие американского производителя тракторов "John Deere" - потратила на разработку новой машины- "лесоруба" десять лет. Этот аппарат уверенно передвигается по лесу и не наносит серьезного вреда корням и молодым деревьям. Причем внешне он весьма похож на странное существо из фантастического фильма.

Обычно чтобы обеспечить движение техники, лесозаготовителям приходится вырубать огромные участки леса. "Ходячая" машина компании "Plus-

tech" умеет проворно двигаться между деревьями даже в гористой местности.

У этого "лесокомбайна" шесть ног. Его вес - десять тонн. Он движется вперед, назад, боком и по диагонали, а также может разворачиваться на месте и перешагивать через препятствия. В зависимости от степени пересеченности местности водитель может менять высоту дорожного просвета и шага. Управление осуществляется при помощи простой рукоятки, сигнал с которой принимается компьютером, выбирающим нужную "пешеходку".

Машина обладает также механической "рукой", на конце которой расположена пила. Она может валить деревья, обламывать ветки и даже распиливать бревна на куски заданной длины в зависимости от диаметра дерева и других данных, внесенных в компьютер.

*- Может ли вегетарианец полюбить женщину?  
- Может, если женщина ни рыба ни мясо.*

*Предлагаются две разработки кандидата технических наук,  
заведующего сектором Проблемной научно-исследовательской лаборатории автомобилей  
Белорусского национального технического университета Ю.Д. Карпиевича*

## БОРТОВОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ ПО ОСЯМ

Тормозные свойства автотранспортных средств в значительной степени определяют безопасность движения на автомобильных дорогах.

Обеспечение устойчивости тормозящего автомобиля в любых условиях движения является основной задачей совершенствования тормозной системы.

Нарушение устойчивости автомобиля в процессе торможения может происходить от воздействия различных факторов: центробежной силы инерции при движении на повороте, аэродинамических сил, дорожных условий и др. Однако, одной из основных причин, снижающих устойчивость автомобиля при торможении, является неравномерность действия тормозных механизмов.

Поэтому к эффективности и надежности тормозных систем предъявляют особо жесткие требования.

В связи с этим бортовое диагностирование неравномерности действия тормозных механизмов по осям предполагает измерение такого важного диагностического параметра как тормозной момент.

С этой целью автором были разработаны новые метод и система измерения тормозного момента (см. журнал "Инженер-механик" №3(12), 2001, стр.7).

Структурная схема системы бортового диагностирования неравномерности действия тормозных механизмов по осям представлена на рис. 1.

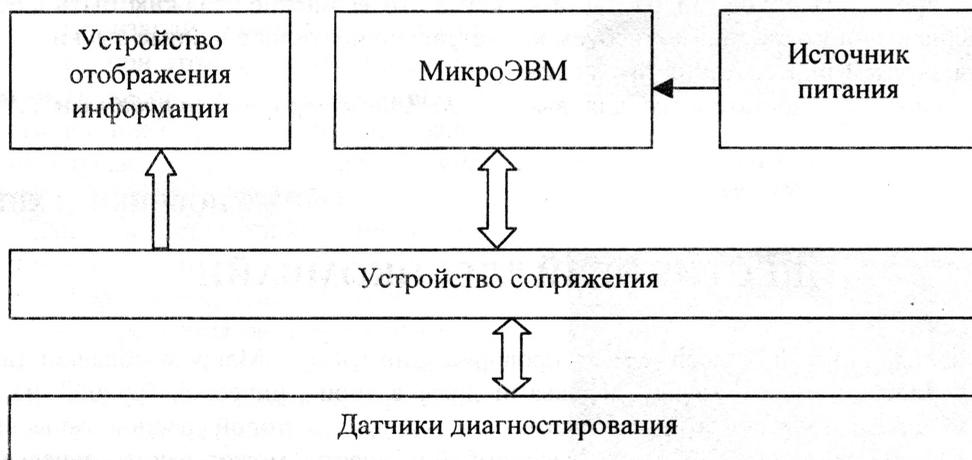


Рис. 1. Структурная схема системы бортового диагностирования неравномерности действия тормозных механизмов по осям

Ядром системы является микроЭВМ, в ПЗУ которой хранится программа диагностирования. Для связи микроЭВМ с объектом диагностирования используется устройство сопряжения, предназначенное для предварительной фильтрации входных информационных сигналов и преобразования их в стандартную для микроЭВМ форму.

Устройство отображения информации служит для индицирования неисправности. Источник питания используется для обеспечения функционирования системы бортового диагностирования.

В основу разработки метода бортового диагно-

стирования неравномерности действия тормозных механизмов по осям были заложены программные методы контроля, заключающиеся в следующем.

В установленном режиме торможения, т.е. когда давление в контурах привода не изменяется, проводится считывание информационных сигналов тормозного момента на левом и правом колесах одной оси и определение значения коэффициента осевой неравномерности тормозных моментов по формуле:

$$|K| = \frac{M_{\text{лев}} - M_{\text{пр}}}{M_{\text{max}}},$$

где  $M_{\text{лев}}$  и  $M_{\text{пр}}$  – значения тормозных моментов на левом и правом колесах соответственно, Н·м;

$M_{\text{max}}$  – наибольшее из значений тормозных моментов  $M_{\text{лев}}$  или  $M_{\text{пр}}$  – в зависимости от того, что больше.

В соответствии с Правилами №13 ЕЭК ООН разница тормозных моментов на колесах одной оси, после соответствующей приработки пар трения, не должна превышать 10% наибольшего значения тормозного момента.

Бортовое диагностирование неисправности типа "неравномерность действия тормозных механизмов по осям" должно проводиться при качении колес по опорной поверхности без скольжения.

При выполнении выражения  $|K_i| \leq 0,1$  тормозные механизмы передней оси исправны, а при

выполнении выражения  $|K_i| > 0,1$  имеется неисправность типа "неравномерность действия тормозных механизмов передней оси".

При выполнении выражения  $|K_2| \leq 0,1$  тормозные механизмы задней оси исправны, а при выполнении выражения  $|K_2| > 0,1$  имеется неисправность типа "неравномерность действия тормозных механизмов задней оси".

При выполнении выражений  $|K_1| \leq 0,1$  и  $|K_2| \leq 0,1$  тормозные механизмы передней и задней осей исправны, а при выполнении выражений  $|K_1| > 0,1$  и  $|K_2| > 0,1$  имеется неисправность типа "неравномерность действия тормозных механизмов одновременно передней и задней осей".

Определение неравномерности действия тормозных механизмов по осям позволит оценить техническое состояние каждого тормозного механизма в отдельности, а также тормозную эффективность автомобиля в целом.

## БОРТОВОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ МОДУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ

Бортовое диагностирование модуляторов давления сводится к определению технического состояния электромагнитов и их линий связи.

При диагностировании электромагнитов и их линий связи производится контроль наличия короткого замыкания или обрыва в электрических цепях модуляторов давления. В случае короткого замыкания электромагнитов и их линий связи в электрических цепях происходит резкое увеличение силы тока, что может привести к повреждению электронного блока управления антиблокировочной системы (АБС) тормозов. Поэтому в схемах управления модуляторов давления имеются аппаратные средства ограничения тока.

Структурная схема системы бортового диагностирования модуляторов давления представлена на рис.1.

Ядром системы является микроЭВМ, в ПЗУ которой хранится программа диагностирования. Для связи микроЭВМ с объектом диагностирования используется устройство сопряжения, предназначенное для предварительной фильтрации информационных сигналов и преобразования их в стандартную для микроЭВМ форму.

Устройство отображения информации служит для индентификации технического состояния модуляторов давления. Источник питания используется для обеспечения функционирования системы

бортового диагностирования модуляторов давления.

В основу разработки метода бортового диагностирования модуляторов давления были заложены программные методы контроля, постановка диагноза в которых производится путем генерации в каналах модуляторов тестового сигнала  $U_T$  постоянной величины и сравнение его с сигналами отклика  $U_{\text{откл1}}$ ,  $U_{\text{откл2}}$ ,  $U_{\text{откл3}}$ ,  $U_{\text{откл4}}$  в контрольных точках электрической цепи каждого модулятора.

Где  $U_{\text{откл1}}$ ,  $U_{\text{откл2}}$ ,  $U_{\text{откл3}}$ ,  $U_{\text{откл4}}$  – текущие значения сигналов отклика в контрольных точках электрической цепи соответственно переднего левого, переднего правого, заднего левого и заднего правого модуляторов.

С целью контроля технического состояния как электромагнитов, так и их линий связи, т.е. всей электрической цепи контрольными точками выбраны точки подключения электромагнитов модуляторов давлений к электронному блоку управления АБС тормозов. Генератором тестового сигнала  $U_T$  является диагностическая микроЭВМ.

Все возможные состояния электрической цепи в канале модулятора давления могут быть отнесены к одной из нижеперечисленных групп: - короткое замыкание электрической цепи ( $U_{\text{откл1}}=0$ ,

$U_{откл2}=0, U_{откл3}=0, U_{откл4}=0$ ); - обрыв электрической цепи ( $0 < U_{откл1} < U_T, 0 < U_{откл2} < U_T, 0 < U_{откл3} < U_T, U_{откл4}=U_T$ ); - технически исправна электрическая цепь ( $U_{откл1}=U_T, U_{откл2}=U_T, U_{откл3}=U_T, 0 < U_{откл4} < U_T$ ).

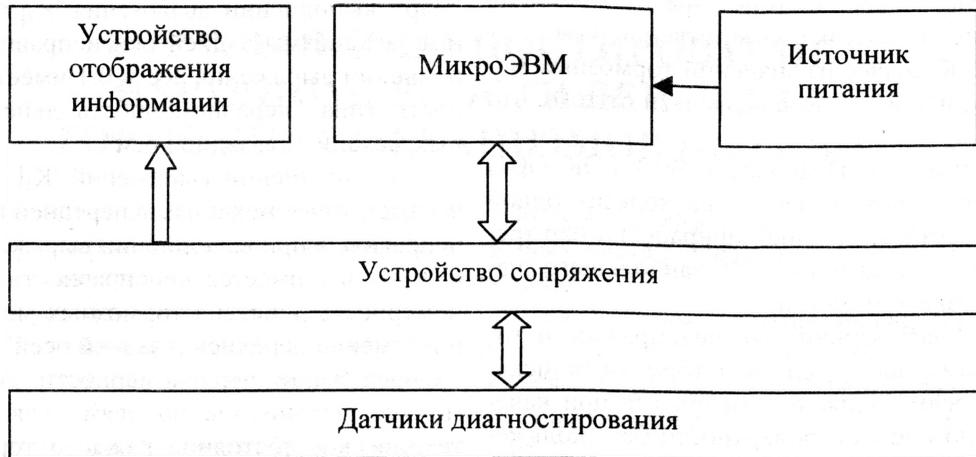


Рис.1. Структурная схема системы бортового диагностирования модуляторов давления

Бортовое диагностирование модуляторов давления проводится при полностью выключенных тормозах, т.е. когда педаль тормоза занимает крайнее верхнее положение, а электрические цепи модуляторов давления свободны от управляющих сигналов. При подаче тестового сигнала на обмотку электромагнита модулятора давления, он не должен вызывать перемещение сердечника с золотником.

Если электрические цепи в каналах модуляторов давления технически исправны, то их состояние описывается системой вида: ( $0 < U_{откл1} < U_T, 0 < U_{откл2} < U_T, 0 < U_{откл3} < U_T, 0 < U_{откл4} < U_T$ ).

В противном случае проводится локализация неисправности. Задача решается путем полного

перебора. Для этого необходимо просмотреть возможные варианты, число которых равно 81, и определяется по формуле:  $N=m^2$ , где  $m=3$  - количество возможных состояний электрической цепи в каналах модулятора давления;  $n=4$  - количество модуляторов.

Возможные варианты комбинаций технического состояния электрической цепи в каналах модуляторов давления приведены в табл.1.

Таким образом, генерируя в электрических цепях модуляторов давления тестовый сигнал постоянной величины и сравнивая его с сигналами отклика, можно сделать заключение о техническом состоянии цепей.

Таблица 1

Возможные варианты комбинаций технического состояния электрической цепи в каналах модуляторов давления

Модуляторы	Слово состояния											
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Передний левый	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Передний правый	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Задний левый	1	1	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1
Задний правый	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Передний левый	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Передний правый	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Задний левый	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2
Задний правый	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Передний левый	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Передний правый	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Задний левый	3	3	3	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Задний правый	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Передний левый	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Передний правый	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3

Модуляторы	Слово состояния											
Задний левый	1	1	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1
Задний правый	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Передний левый	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Передний правый	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
Задний левый	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2
Задний правый	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Передний левый	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Передний правый	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Задний левый	3	3	3	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Задний правый	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Передний левый	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
Передний правый	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
Задний левый	1	1	1	2	2	2	3	3	3			
Задний правый	1	2	3	1	2	3	1	2	3			

1- модулятор давления исправный; 2- неисправность типа "короткое замыкание электрической цепи в канале модулятора"; 3- неисправность типа "обрыв электрической цепи в канале модулятора"

## НАУКА

## ПРОЕКТ "АЭРОНИКА" ЗАПРЯГАЕТ ВЕТЕР

*Ветер и волны всегда на стороне  
более умелого мореплавателя*

*Э. Гиббон*

Силу вихря, способного уносить энергию воздушного потока, взял в союзники минский изобретатель Вячеслав Степанович Климов, разработавший уникальную ветроэнергетическую установку.

Казалось бы, ветряк - дело не очень хитрое. Такие мельницы ставили и в старину, строят ветроэнергетические установки и сегодня, и, в принципе, при всем разнообразии конструкций, они мало чем друг от друга отличаются по идеологии. Как и сотни лет назад, ветер толкает лопасти ротора, отдает им часть своей энергии и летит дальше. А что тут еще придумаешь?

Оказалось, придумать можно. Предварительные расчеты изобретателя, а затем и натурные испытания опытной установки, построенной минским предприятием "Аэроника", показали, что энергию из движущегося воздуха можно буквально выжать до капли. То есть он должен лопасть не только закрутить, но и

закрутиться сам в специальных каналах. Там благодаря созданному перепаду давления и рождается восходящий смерч, который еще больше разгоняет ротор. Таким образом, удалось добиться небывалого: сооружение, весящее сотни килограммов, уверенно приходит в движение от едва ощутимого ветерка, имеющего скорость всего один метр в секунду. При 3-4 метрах в секунду установка выходит на устойчивый режим работы.

По мнению специалистов, в ряду ветряков, созданных в мире за последние десятилетия, не было решения более удачного. Это именно то, что нужно Беларуси, где воздушная стихия не отличается буйным нравом и где использование традиционных импортных установок, рассчитанных на ветры от 5-6 метров в секунду, вызывает много сомнений.

Кстати, поразительная чувствительность климовской конст-

рукции к слабым ветрам вовсе не означает, что только на них создатель и рассчитывает. Парадокс, но покупаемые за рубежом установки при скорости воздушного потока 15 метров в секунду надо уже останавливать в целях безопасности, а с первенцем "Аэроники" ничего страшного не случается и в более сильный ураган. При так-называемом "грязном", то есть порывистом и переменном, ветре, снижающем показатели энергетических установок, "странный" белорусский ветряк только увеличивает эффективность.

Словом, преимущества заложенных в него научных идей столь очевидны, что, думается, даже скептики, считавшие ветроэнергетику никчемной для наших краев экзотикой, убедятся в ее перспективности и необходимости. Как считает Климов, лет через десять именно такие установки будут господствовать в мире среди ветряков.

-Нам очень важно сейчас

найти заинтересованных инвесторов, которые помогут раскрутить проект "Аэроника", - говорит Вячеслав Климов. - И если удастся довести дело до серийного производства, за дальнейшие перспективы этого направления можно будет уже не волноваться. Ведь все остальные проблемы, связанные с аккумуляцией и использованием выработанной таким образом энергии, в мире хорошо отработаны. Подаренную ветром энергию можно будет подавать и прямо в сеть, и через специальные системы, сглаживающие неизбежные колебания электрической мощности. Для обеспечения теплом и светом изолированных от сети потребителей энергию на случай безветренной погоды запасают в аккумуляторах, чтобы потом использовать по мере надобности. С этой же целью греют различные теплоносители, получают из воды водород и кислород, запасаются сжатым воздухом. При этом широко применяются системы контроля и учета, что позволяет владельцам ветряков не иметь проблем с энергоснабжением.

Очень перспективное направление - работа ветроэнергетических установок в тандеме с турбинами малых гидроэлектростанций. Такая схема особенно ценна для нашей страны, где нельзя создать достаточно эффективный перепад уровня воды у плотины без затопления больших площадей пахотных земель. Экономно расходовать в таком случае воду помогут ветряки. Нет ветра - энергию дает падающая вода. Появился ветер - начинают работать ветроэнергетические установки, а вода тем временем накапливается у автоматически закрывшегося шлюза. Возможен и вариант гидроаккумулирующего режима, при котором полученную от ветра энергию используют для подье-

ма воды на более высокий уровень.

Ресурсы энергии ветра, по оценкам экспертов, вполне значительны и соответствуют требованиям мировой практики по показателям коммерческой целесообразности внедрения ветротехники. Особенно перспективны при этом север, северо-запад страны и центральная часть Минской области. Подсчитано, что максимальный прогнозируемый ветроэнергетический ресурс Беларуси превышает 280 миллиардов киловатт/часов в год, а всего лишь один процент территории страны, отведенный под ветроэнергетику, уже к 2010 году позволит выработать около 3 млрд. кВт/ч энергии.

Как правило, пригодные для использования ветры у нас дуют в общей сложности три месяца в год, поэтому для выработки такого количества энергии потребуются около восьми тысяч ветроустановок от 100 до 500 кВт. В год они будут экономить один миллион тонн условного топлива и окупятся за четыре года. Заметим, что все эти расчеты делались под установки прежних поколений, стало быть использование высокоэффективных климовских ветряков сделает отдачу еще более скорой.

Ветроэнергетика в наших условиях может быть выгодна уже сегодня, а с ростом цен на углеводородное топливо, с ужесточением экологических требований, в том числе и по тепловому загрязнению атмосферы, ее привлекательность должна увеличиваться. И готовиться к временам, когда "малая" энергетика начнет отвоевывать позиции у большой, надо заранее. Тем более что таким образом можно обеспечить "лежащие" сегодня промышленные предприятия заказами и хорошими рыночными перспективами, причем не толь-

ко в Беларуси.

Отличительная черта всего модельного ряда "Аэроники", где самая мощная из установок рассчитана на 500 кВт и может удовлетворить потребность небольшого поселка, - вдвое более низкая материалоемкость по сравнению с равными по мощности аналогами. Для производителей это важнее, чем чисто энергетические характеристики.

По мнению изобретателя, идти по пути конструкторов, создающих циклопические установки на 4000 кВт, нет никакой необходимости. Ведь если потребность в энергии возрастет, то проще и дешевле поставить рядом еще одну установку, тем более что и обслуживать компактные сооружения проще.

На перспективу у Вячеслава Степановича припасено немало интересных идей. Например, одна из его ветроустановок, помимо основной своей работы, производит в большом количестве еще и статическое электричество - продукт "вредный" лишь потому, что никто не знает, как его использовать. Но, похоже, подходящая "тара" для капризной электростатики у него скоро появится. Или такая задача: как преобразовать ветровую энергию в электрическую, минуя механический цикл, ведущий к неизбежным потерям? И если придет озарение и будет найдено решение этой проблемы, значит, появится ветроэнергетика совершенно иного уровня, которая навсегда отправит в музей самые современные ветряки.

- Вот только лаборатории, где можно было бы в нормальных условиях проводить изучение и испытание разработок, у нас пока нет, - сетует он. - Но, надеюсь, инвесторы все же обратят внимание на перспективное направление. Не упустить бы время.

*Д. Патыко, "Р"*

## УДАРИМ АВТОПРОБЕГОМ ПО...

ПРОБЛЕМЫ ТРЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКЕ  
ДВЕ СТОРОНЫ ОДНОЙ МЕДАЛИ*(Продолжение. Начало см. в № 2(11) - № 2 (15) 2002 г.)*

Мыльные загустители используются наиболее широко для получения большинства (85%) смазок. Мыла, как известно, являются солями жирных кислот и металлов. В зависимости от вида жирной кислоты и металла, образующих соли, получают мыла с различными свойствами.

В настоящее время большинство смазок вырабатывают на мылах синтетических жирных кислот (СЖК), которые получают окислением парафина и дизельного топлива. Такие смазки называют синтетическими в отличие от жировых, в которых источником кислоты для омыления являются животные жиры и растительные масла (саломас, хлопковое, касторовое и др.).

За последние годы для смазок начали использовать комплексные мыла на основе двух кислот высокомолекулярной и низкомолекулярной. Имеются смазки на смешанных мылах, например, изготовленные на мылах натрия и кальция, что улучшает свойства смазок.

Для получения мыла используют металлы кальций, литий, натрий, алюминий и др. При производстве смазок синтетические кислоты или природные жиры обрабатывают гидратами оксидов указанных металлов. Например, в производстве кальциевых смазок жирную кислоту обрабатывают известковым молоком, для натриевых смазок берут раствор едкого натра.

Твердые углеводороды (парафин, церезин, петролатум) используют главным образом для получения защитных смазок, так как они придают последним высокую водостойкость. Твердые углеводороды вводят в смазку в количестве около 70%. Углеводородные загустители легко плавятся.

Неорганические загустители стали использоваться для получения смазок сравнительно недавно. Для этой цели применяют некоторые глины (бентонит), аморфный силикагель, асбест, тальк, дисульфид молибдена и другие природные и искусственные вещества, измельченные до коллоидного состояния (размеры частиц менее 5 мкм). Смазки на неорганических загустителях обладают повышенной теплостойкостью.

При перемешивании масла с загустителем частицы загустителя разбухают и увеличиваются в размере. Набухшие частицы загустителя образу-

ют структурный каркас смазки, пространство между которым заполняется жидким маслом. На рис. 15 представлены микроструктуры мыльной смазки, где отчетливо видны отдельные частицы каркаса. Этот каркас относительно непрочен, при воздействии даже небольшой внешней силы он разрушается, и тогда смазка начинает течь, приближается к жидкому состоянию.

Этим самым обеспечивается надежное смазывание движущихся деталей. В период покоя каркас восстанавливается, и смазка снова приобретает определенную форму. Очень важно чтобы каркас не разрушался под действием силы тяжести самой смазки, в противном случае она самопроизвольно будет вытекать из узла трения. В целях упрочнения каркаса в составе смазки при производстве сохраняют небольшое количество воды (например, в солидолах до 3%) или добавляют мыла низкомолекулярных кислот.



Рис. 15. Микроструктура мыльной смазки: а – литиевая; б – кальциевая (типа униола).

Чтобы правильно применять смазочные масла, надо знать устройство системы смазки материал из которого изготовлены трущиеся детали, удельное давление между ними, скорость перемещения по отношению друг к другу и температуру, качество горючего и окружающую среду.

Влияние условий применения на выбор смазочного масла и его способность выполнять свои функции зависят от конкретного смазываемого агрегата или механизма.

Смазочные масла должны отвечать следующим требованиям:

- обладать оптимальными вязкостными свойствами, предопределяющими надежную и экономичную работу агрегатов на всех эксплуатационных режимах, иными словами - обеспечивать легкий пуск механизмов с минимальными пуско-

выми износами, нормальную работу механизмов с минимальными рабочими износами и максимальным механическим коэффициентом полезного действия, а также удобство заправки систем смазки;

- иметь хорошую смазывающую способность, чтобы предотвращать интенсивное изнашивание трущихся деталей (особенно тяжело нагруженных) при нарушении жидкостной смазки;

- обладать достаточной химической стойкостью, обеспечивающей минимальное изменение свойств смазочного материала в процессе применения, а также небольшое образование коррозионно-активных продуктов и вредных отложений, что, в конечном счете, позволяет увеличить сроки работы смазочных материалов при минимальном коррозионно-механическом изнашивании механизмов;

- обладать устойчивостью к процессам испарения, вспенивания и образования эмульсий, а также к выпадению присадок;

- надежно защищать трущиеся поверхности и другие металлические детали от атмосферной коррозии.

Вязкость - это свойство жидкости, проявляющееся в сопротивлении взаимному перемещению ее слоев под действием внешней силы. Препятствие перемещению слоев жидкости создают силы межмолекулярного притяжения. Внешне вязкость проявляется в степени подвижности жидкости, чем меньше вязкость, тем жидкость подвижнее и наоборот.

Вязкость оценивают в абсолютных и условных единицах. Наиболее распространена оценка вязкости в абсолютных единицах (динамических и кинематических).

За единицу динамической вязкости  $\eta$  в системе измерений СИ принята вязкость такой жидкости, которая оказывает сопротивление силой в 1 Н взаимному сдвигу двух слоев жидкости площадью 1 м<sup>2</sup>, находящихся на расстоянии 1 м один от другого и перемещающихся с относительной скоростью 1 м/с (рис. 16). Размерность такой единицы Па·с (паскаль·секунда).



Рис. 16. Схема взаимного смещения слоев жидкости: а - начальное положение; б - момент смещения.

В системе измерений СГС единицей динамической вязкости является П (пуаз) 1 П = 1 дин·с/см<sup>2</sup>, в системе единиц СИ 10<sup>-1</sup> Па·с. Сотая часть пуаза

называется сантипуазом (сП).

Динамическую вязкость определяют в капиллярном вискозиметре по времени истечения определенного объема масла через калиброванный капилляр под воздействием внешней силы (давления сжатого воздуха) или в ротационном вискозиметре по величине сопротивления смещению двух коаксиальных цилиндров в зазорах, между которыми помещено испытываемое масло.

Кинематическую вязкость определяют в капиллярных вискозиметрах по времени перетекания определенного объема жидкости под действием силы тяжести при заданной температуре. Чем больше время перетекания жидкости через капилляр, тем выше ее вязкость ( $\eta$ ):

$$v_t = C \cdot \tau,$$

где С - постоянная вискозиметра, сСт/с;

$\tau$  - время перетекания жидкости, с.

Внешнего давления при определении кинематической вязкости не создается. Поэтому величина кинематической вязкости оказывается зависимой от плотности жидкости. Чем больше плотность, тем значительнее сила тяжести и жидкость быстрее проходит через капилляр, кинематическая вязкость такой жидкости меньше.

Зависимость между кинематической и динамической вязкостью выражается формулой:

$$v_t = \frac{\eta_t}{\rho_t},$$

где  $\rho_t$  - плотность жидкости.

Поскольку плотности различных масел довольно близки по значению, можно сравнивать вязкости таких масел в кинематических единицах.

Размерность кинематической вязкости в системе СИ - м<sup>2</sup>/с. В системе СГС за единицу кинематической вязкости принят Ст (стокс), 1 Ст = 1 см<sup>2</sup>/с. Свою часть стока называют сантистоксом (сСт), 1 сСт = 10<sup>-6</sup> м<sup>2</sup>/с = 1 мм<sup>2</sup>/с. Сантистокс - сравнительно небольшая величина. Так, например, вязкость дистиллированной воды при 20,2 °С равна 1 сСт.

Кинематическую вязкость определять сравнительно просто, поэтому вязкость в стандартах на масла выражается, как правило, в Ст и сСт.

Условная вязкость - величина относительная. В большинстве европейских стран за единицу условной вязкости принят безразмерный (условный) градус °ВУ, показывающий отношение времени истечения 200 мл испытываемого масла при температуре опыта через калиброванное отверстие специального вискозиметра ко времени истечения такого же объема дистиллированной воды при 20 °С. Условными градусами оценивают преимущественно высоковязкие темные нефтепродукты (мазуты, некоторые трансмиссионные масла), определить вязкость которых в стеклянных капиллярных вискозиметрах не представляется возможным.

(Продолжение в следующем номере)

## Сентябрь

**8.09.1864** - родился Якоб фон Юкскуль, балтийско-немецкий биолог, один из основоположников новой сравнительной физиологии; создал учение об окружающей среде; принимал участие в создании первого института исследований окружающей среды.

**9.09.** - **265 лет** назад родился Луиджи Гальвани (ум. 1798), итальянский врач, естествоиспытатель. Его опыты способствовали развитию электрофизиологии и "гальванического элемента".

**10.09.** - **315 лет** назад родился Никола I Бернулли (ум. 1759), швейцарский математик, занимавшийся теорией вероятностей и интегральным исчислением.

**10.09.1931** - день смерти русского математика Дмитрия Федоровича Егорова (род. 1869).

**13.09.** - **115 лет** назад родился Леопольд Ружичка (ум. 1976), французский физик и радиохимик, лауреат Нобелевской премии 1939г. Занимался изучением хи-

мического строения терпенов, стероидных гормонов, душистых веществ.

**14.09.** - **100 лет** со дня рождения Николая Ильича Камова (ум. 1973), конструктора вертолетов.

**16.09.** - **65 лет** Александру Васильевичу Медведю, борцу, трехкратному олимпийскому чемпиону (1964, 1968, 1972), семикратному чемпиону мира.

**17.09.1864** - день основания Центральной политехнической библиотеки в Москве.

**17.09.1743** - родился Жан Антуан Никола Кондорсе (ум. 1794), французский математик, политик, энциклопедист, написавший многочисленные статьи, посвященные математике, естественным наукам, философии и экономике в духе эпохи Просвещения.

**27.09.1791** - родился Майкл Фарадей (ум. 1867), английский физик, химик, основоположник современной электродинамики, создатель учения об электромагнитном поле. Открыл электро-

магнитную индукцию. Установил законы электролиза, названные его именем, открыл пара- и диамагнетизм, вращение плоскости поляризации света в магнитном поле (эффект Фарадея). Доказал тождественность различных видов электричества.

**23.09.** - **125 лет** назад умер Урбен Жан Жозеф Леверье (род. 1811), французский астроном, вычисливший орбиту и положение ранее неизвестной планеты Солнечной системы, названной потом Нептуном, которую в этот день в 1846г. по его указаниям обнаружил немецкий астроном Галле.

**29.09.** - **75 лет** назад умер Виллем Эйнтховен (род. 1860), голландский физиолог, основатель электрокардиографии, лауреат Нобелевской премии 1924г.

**30.09.** - **120 лет** со дня рождения Ханса Гейгера (ум 1945), немецкого физика, создавшего счетчик частиц радиоактивного излучения.

## НЕ МОЖЕТ БЫТЬ

### ДВОЙНИК ИЗ АНТИМАТЕРИИ

*Многие полагают, что у каждого человека есть двойник. Сколько в этом правды - неизвестно, но такое утверждение не лишено смысла.*

Своих двойников (иногда по нескольку) имели государственные деятели. Например, двойник был у Наполеона (с разрешения англичан), который на острове святой Елены выдавал себя за императора. Двойника имел Гитлер, а Сталин, по всей вероятности, в разное время даже трех. Их находили в глухих деревнях, которые потом сжигали, а жителей - убивали. Но случалось и действительно необычное.

В психологии используется термин "автоскопия" (для обозначения фантомов в результате зрительных галлюцинаций). Известны свидетельства, когда человек

видел самого себя со стороны, как будто свое второе "я".

Парапсихологи, как и физикотeorетики, термина "автоскопия" избегают. Они считают, что наш мир состоит из 11 или 12 (здесь мнения расходятся) измерений или, другими словами, равнозначных реальностей. По их убеждению, один из параллельных миров состоит из антиматерии. Этот "антимир", населенный "антилюдьми", в точности повторяет наш мир, только с противоположным знаком. В результате совершенно неизвестных нам законов физики ворота, соединяющие два мира, время от времени открываются, и "античеловек" попадает в наше измерение.

Приверженцы этой фантастической теории предупреждают, что, случайно встретив своего "фан-

тома", ни при каких условиях нельзя подавать ему руку, ибо это грозит исчезновением в огромной вспышке света (как известно, соединение материи с антиматерией представляет собой взрывоопасную смесь). Лучше всего к нему вообще не приближаться.

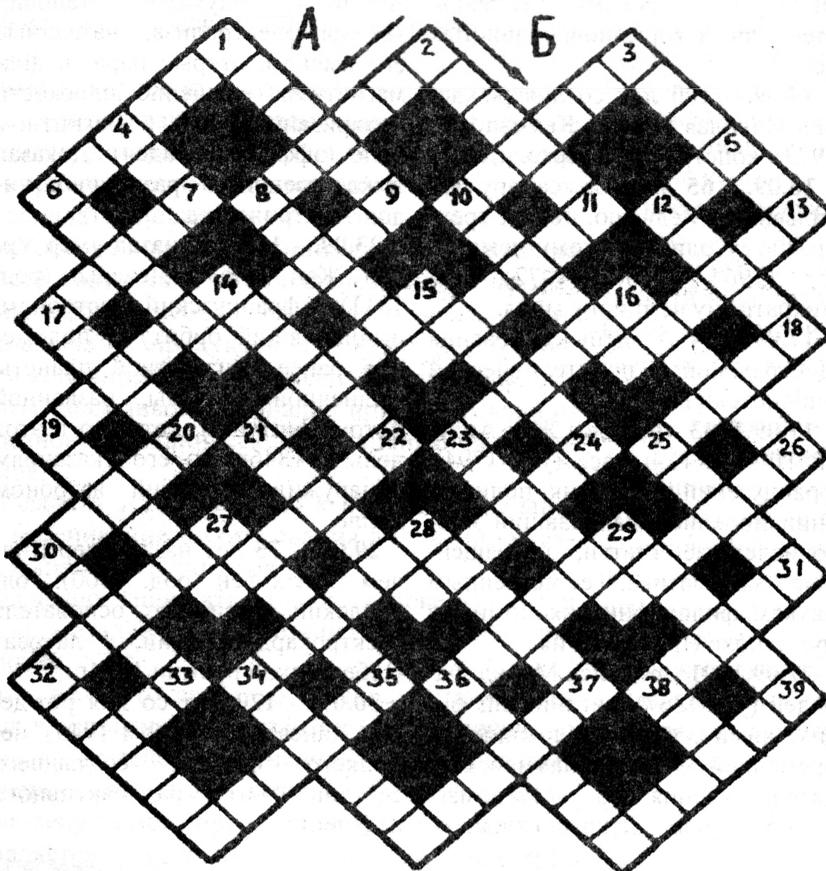
В специальной литературе описано явление так называемой билокации. Суть его состоит в том, что человек может "командировать" своего энергетического двойника даже на большие расстояния. Наиболее известен в XX веке феномен итальянского священника Франческо Форджони (его чаще называли "отец Пио"). Отправляя службу в своем костеле, он одновременно мог появиться в другом полушарии и лечить людей.

*И. Синчевский, "НГ"*

КРОССВОРД

Составила Г. Валькевич

украинская пляска, 20. Озеро в приморском крае России. 22. Английская спортивная игра. 24. Го-



**ПО СТРЕЛКЕ «А»:** 1. Народный поэт Беларуси. 2. Орган, вырабатывающий гормоны или другие вещества, обеспечивающие жизнедеятельность организма. 3. Кусок железной руды, обладающий свойством притягивать железные предметы. 5. Вулканическая горная порода, употребляемая как строительный материал. 7. Рассказ А.И. Куприна. 9. Африканское государство. 11 Вид поэзии, выражающий чувства и переживания поэта. 13. Неподвижная часть электрической машины. 14. Жилое помещение на корабле. 15. Предоставление имущества во временное пользование за определенное вознаграждение. 16. Вокальное произведение для трех голосов. 18. Народная

украинская пляска, 20. Озеро в приморском крае России. 22. Английская спортивная игра. 24. Государство в Азии. 26. Нижняя захватывающая часть конечности у ракообразных животных. 27. Фламандский художник XVI—XVII вв. 28. Мост через глубокий овраг, ущелье. 29. Небольшая пестрая птица отряда воробьиных. 31. Музыкальный ансамбль из восьми исполнителей. 33. Обивочный материал. 35. Небольшое лирическое музыкально-поэтическое произведение. 37. Часть речи. 39. Остов.

**ПО СТРЕЛКЕ «Б»:** 1. Небесное тело. 2. Периодическое издание. 3. Автор памятника Минину и Пожарскому в Москве. 4. Часть пьесы. 6. Тип актерских ролей. 8. Приток Енисея. 10. Напольный светильник. 12. Правая или левая сторона шеренги. 14. Режущая часть холодного оружия. 15. Род преимущественно древесных растений семейства мимозовых. 16. Сплав меди с цинком. 17. Русский художник, археолог, работавший в Индии. 19. Однолетнее масличное растение теплых стран. 21. Фильм режиссера Э. Климова. 23. Система научных принципов, идей, обобщающих практический опыт. 25. Убеждение, мировоззрение. 27. Военный корабль, ведущий на морских путях самостоятельные операции по уничтожению судов противника. 28. Древнескандинавский воин. 29. Небольшая озерная рыбка семейства корюшковых. 30. Лицо, уполномоченное для выполнения служебных, деловых поручений. 32. Тригонометрическая функция. 34. Старинная мужская верхняя одежда без рукавов. 36. Персонаж романа А. Дюма «Три мушкетера». 38. Многострунный щипковый музыкальный инструмент на Кавказе.

Ответы на кроссворд и ребус, помещенные в № 2(15) 2002

**По вертикали:** 1. Нигилизм. 2. Бикила. 3. Шарарада. 4. Сиеста. 5. Рокада. 6. Колокола. 8. Баядера. 9. Кулешов. 14. Диадема. 16. Ливенка. 17. Октан. 18. Лотос. 21. Дромедар. 22. Тактика. 23. Рогачев. 24. Аномалия. 27. Ирония. 28. Каолин. 29. Метеки. 30. Тормоз.

Мимика. 11. Скачок. 12. Дедвейт. 13. Тирада. 15. Аладов. 17. Ореол. 19. Мозаика. 20. Воевода. 21. Дефекат. 23. Ровница. 25. Насос. 26. Зодиак. 29. Матрос. 31. Артмане. 32. Лесото. 33. Тартар. 34. Базилика. 35. Виктория.

**По вертикали:** 7. Дифирамб. 9. Кривонос. 10.

**ХЕДЕР**

## МАРСІК-ПРАВАКАТАР



Міхась падарыў сябру Пятру невялічкага, рахманага, кудлатага сабачку рыжай масці.

– Мы яго клічам Марсікам, - сказаў Міхась, - Вельмі разумны, толькі баіцца усялякіх выбухаў і стрэлаў – хаваецца небарака дзе толькі можа.

Пятро падзякаваў Міхася за падарунак. У гаспадарцы сапраўды патрэбен сабака: апавясціць, калі хто чужы зайдзе на двор, паганяе курэй з град, а ў вольны час і палашчыцца з ім можна. Асабліва гэта любілі Пятровы дзеці.

Марсіку зрабілі з дасок хатку, устанавілі двухразавае харчаванне і ен вельмі хутка акліматызаваўся на новым двары.

Праз нейкі час з марсікавай хаткі пачаў даносіцца хор танклявых галаскоў. Калі зазірнулі туды – убачылі траіх маленькіх шчанят.

- Як гэта мы не разглядзелі хто ен? – здзіўляліся Пятро і яго жонка Зося. Прышлося Марсіка перахрысціць у Марсу і дараваць ей гэту правакацыю.

Марса усіх здзіўляла сваімі здольнасцямі: падавала лапку, хадзіла на задніх ножках, а калі адбывалі чэргі – не было лепшага памочніка пастуху. Яна так прывязалася да Пятра, што нават праводзіла яго на работу і бегала сустракаць з работы, хадзіла з ім у грыбы і па ягады. Аб гэтым ведала уся веска. Дарэчы, у Пятра была здольнасць прывабліваць да сябе жывелін і жанчын. Галка, якая гняздзілася непадалеку ад яго хаты, брала з рук Пятра ежу, садзілася яму на плечы і галаву.

Аднойчы да Зосі прыйшла жонка Міхася – Надзея. Марса абнюхала сваю былую гаспадыню, завіяла хвосцікам і увязалася за ей, калі тая пайшла дамоў. Забегла аж у самы двор, калі з неба раздаўся выбух самалета. Марса з перапалоху ускочыла у хату і схавалася пад ложкам.

Праз якую хвіліну з работы з'віўся Міхась. Пачуўшы з-пад ложка жалобнае скуленне Марсы Міхась заглянуў туды і, успомніўшы як на вечарынцы Надзея лагодна пераглядвалася з Пятром, з адчаем крыкнуў: - Дзе Пятро?!

Надзея хацела пераказаць як усе адбылося, але Міхась не слухаючы яе, пачаў абшарваць хату. Адкрыў шафы, халадзільнік, ускочыў на гару, зазірнуў пад печ, агледзеў дрывоўнік, грозна крычучы: - Дзе Пятро?!

Надзея кінулася у слезы, але і гэта не дапамагло. – Знаю я вас! Нумар не пройдзе!

Выскачыўшы са двара ен амаль бягом пусціўся на другі канец вескі, да хаты Пятра.

Тое ж пытанне з парога ен задаў старой – маці Пятра.

– На рабоце ен. У горад паехаў, - адказала старая, - сказаў, што прыедзе позна ўвечар.

У Міхася адлегла ад сэрца, але ен не мог сабе дараваць сваей нестрыманасці, пагоні па весцы, бо людзі ўслед каментавалі гэты незвычайны крос.

Вярнуўшыся дамоў ен хваціў Марсу за аброжек і шпурнуў яе за парог. Ен не мог дараваць Марсе злую правакацыю.

Сабачане голасна завішчала, прыжаўшы хвост і вушы закружылася як ваўчок на адным месцы, потым кінулася наўцек. У брамцы яна аглянулася і тройчы гаўкнула, як быцам кажучы:

- Гэта табе так з рук не сыдзе!

*А. Зуброўскі*

## ИЗ БЛОКНОТА МЕХАНИКА ГАЙКИНА

**10 июля.** Володя Лупин слывет у нас ясновидцем. Все к нему ходят за предсказаниями. Из-за этого он постоянно не выполняет норму. Начальнику цеха Петру Петровичу это изрядно надоело и он решил проверить правдивость предсказаний Володи.

- Скажи, Лупин, какого числа будет подписан приказ о твоём увольнении за систематическое невыполнение норм?

Володя Лупин на минуту смутился, а затем спокойно ответил:

- За три дня, Петр Петрович, до

подписания приказа директора завода о вашем увольнении.

Петр Петрович задумался и отложил в сторону заготовленный проект приказа об увольнении В. Лупина.

**20 июля.** Жора Жеребцов подал на развод. В рабочем дневнике жены он обнаружил запись: "Все семь членов моего кружка в течение двух лет показывают отличные результаты. Более чем уверена, что мой рецепт эликсира бодрости будет одобрен фармаколо-

гическим комитетом".

**1 августа.** Вчера, до утренней оперативки зашел в приемную недавно назначенного главного механика с надеждой срочно решить назревший вопрос:

- Вряд ли вам это удастся, - сказала секретарша Валя, - обычно в это время он поздравляет своих начальников и их домочадцев с днем рождения и наступающими праздниками.

## ВАС ПРИГЛАШАЕТ РНТБ

*РНТБ была создана в марте 1977 года. Возникнув на базе справочно-информационного и патентного отделов БелНИИНТИ с фондом около 5 млн. экземпляров, Республиканская научно-техническая библиотека выросла в крупнейший информационный центр, где сосредоточены наиболее полные в республике фонды научно-технической литературы, патентной и нормативно-технической документации, промышленных каталогов – всего около 33 млн. экземпляров. Наряду с традиционными печатными источниками информации, РНТБ комплектуется базами данных на машинных носителях (CD-ROM, DVD-ROM). Это такие базы данных, как "Патенты России", "Производители товаров и услуг", электронные справочники АСУ-Импульс, банк данных правовой информации Беларуси ЭТАЛОН-WIN, база данных американского издательства EBSCO и др. (всего более 60 наименований баз данных и электронных справочников).*

*Наряду с бесплатным библиотечным обслуживанием, РНТБ оказывает поддержку предприятиям и организациям различных форм собственности в рамках договоров.*

### **ИНФОРМАЦИЯ – НАША ЗАБОТА!**

Республиканская научно-техническая библиотека  
пр. Машерова, 7  
факс: 223-31-38  
тел.: 223-34-80

отдел библиотечного маркетинга

E-mail: [rntb@rntb.org.by](mailto:rntb@rntb.org.by)

**РНТБ предлагает:**

**Договор** на выполнение Библиотечно-Информационных услуг  
**Это**

#### **Рационально**

Заклучив договор с РНТБ, Вы доверяете всю работу по поиску необходимой информации профессионалам, - обычно Вам достаточно просто позвонить...

#### **Ново**

Вы сможете воспользоваться информацией баз и банков данных нормативно-правовой информации, нормативно-технических и патентных документов, адресно-справочных БД, Internet...

#### **Талантливо**

Сотрудники РНТБ творчески подойдут к решению любой Вашей информационной проблемы, всегда готовы к сотрудничеству в рамках создания и реализации совместных информационных продуктов, проведения рекламно-информационных мероприятий, выставок...

#### **Быстро**

Оперативно, в сжатые сроки, сотрудники РНТБ проведут необходимый поиск, предоставят информацию в нужном виде – на электронном или бумажном носителе, Вы сами выбираете способ предоставления информации – в том числе и по электронной почте...

**В рамках ДОГОВОРА Вы можете получить:**

- ✓ библиографический список по Вашей теме
- ✓ сведения о сроках действия, отмене, замене отечественных и международных нормативно-технических документов
- ✓ копии фрагментов баз данных
- ✓ подборку отечественных и иностранных изданий на предприятие
- ✓ перевод информации из иностранных источников и оформление деловой переписки
- ✓ адресно-тематическую информацию о зарубежных и отечественных производителях
- ✓ И еще около 40 библиотечно-информационных услуг

Тел.: 223-31-07

к. 409