июнь–июль
№ 6-7 (103-104)
2010

МТТ

Мир Техники и Технологий

The World of Technics and Technologies

международный промышленный журнал

роботизация под ключ
www.robotics.kiev.ua тел. (044) 407-16-16

Роботикс
инженерия

Системы мониторинга и диагностики

Ячеисто-каркасные отливки

Очистка тлеющим разрядом

Экструзионно-выдувное формование

TECHMACH
marketing@techmach.com.ua
www.techmach.com.ua

АЛИСТА

office.ukraine@guehring.de
GÜHRING
www.guehring.kiev.ua

www.interlink.dp.ua

DOOSAN
Doosan Infracore
Machine Tools

ВариТек

Messe München International

www.ifat.de

ОНЛАЙН-РЕЄСТРАЦІЯ ДЛЯ ВІДВІДУВАЧІВ:
www.ifat.de/registration

НОВІ ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ ДОВКІЛЛЯ

Світова виставка № 1 з водопідготовки, водоочищення, переробки і утилізації відходів та раціонального використання ресурсів

13-17 ВЕРЕСНЯ 2010 М. МЮНХЕН

НАЙБІЛЬШИЙ СПЕКТР МІЖНАРОДНИХ ПРОПОЗИЦІЙ У ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

- Інновації, технології та тенденції майбутнього;
- Усі можливі галузі, продукти та послуги;
- Лідери екологічних технологій, фахівці та нові імена з усього світу;
- Для кожної технічної проблеми і кожного процесу – прийнятне і вигідне рішення
- Першокласна рамкова програма надає чудову можливість для отримання інформації та встановлення контактів

Детальна інформація та програма доповідей на сайті: www.ifat.de

IFAT ENTSORGA

A WORLD OF ENVIRONMENTAL SOLUTIONS

Контакт: Бюро Делегата німецької економіки в Україні
Вул. Пушкінська 34, 01004 Київ
Tel. (0 44) 235 7225, 234 5998, Fax (0 44) 235 4234
dihk@dihk.com.ua

СОДЕРЖАНИЕ
НОМЕРА

АКТУАЛЬНО

6 Машиностроение: итоги полугодия и перспективы

МЕРОПРИЯТИЯ

8 Выставка «МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ» — место встречи для обмена опытом

10 Международная конференция «Новая Энергия Планеты»

12 Итоги специализированного форума «АПСС–Украина 2010»

СЕКТОР ОБЗОРА

14 Системы мониторинга и диагностики машин

ОБОРУДОВАНИЕ

18 Компрессоры серии PORTAIR – универсальные, экономичные, эффективные

ИНСТРУМЕНТ

20 Обновленная серия фрез SECO: новый вид и новая производительность

22 Бесстружечные метчики (раскатники)

ТЕХНОЛОГИИ

24 Очистка тлеющим разрядом металлических поверхностей перед диффузионной паркой и пайкой в вакууме

27 Важные машинные элементы

28 Технологии нанесения защитных покрытий

31 Новые наноструктурированные высокоазотистые марганцевые стали

34 Пути оптимизации технологических процессов ковки труднодеформируемых и малопластичных сталей

Стр. 18

Винтовые компрессоры DALGAKIRAN серии PORTAIR – лучшие в классе передвижных дизельных компрессоров – высокотехнологичные устройства, разработаны специально для производства сжатого воздуха и могут быть применены на промышленных предприятиях любого масштаба. Высокая мобильность компрессоров этой серии позволяет использовать устройства последовательно в различных технологических циклах производства.

Стр. 20

Обширный диапазон фрез производства компании Seco с прямоугольными пластинами типа XOMX... или XOEX... для чернового и получистового фрезерования плоскостей и уступов теперь ещё более конкурентоспособен. Значительно улучшены характеристики инструмента, что приводит к большому экономическому эффекту.

ООО «Далгакиран Компрессор Украина»

04080, г. Киев, ул. Новоконстантиновская, 4-А
т/ф: (044) 581-13-77, 501-54-74,
отдел продаж: (044) 205-73-10
info@dalgakiran.com.ua

Филиалы:

г. Харьков, ул. Шевченко, 32, оф. 222
т/ф: (057) 760-17-09, (050) 560-68-90,
bkrylov@dalgakiran.com.ua

г. Донецк, ул. Университетская, 96
т.: (062) 380-68-09, (067) 644-58-09,
acherkasov@dalgakiran.com.ua

г. Одесса, ул. Люстдорфская дорога, 11/2, оф.2
т/ф: (048) 785-35-16, (067) 441-12-42,
aivlev@dalgakiran.com.ua

г. Днепропетровск, ул. Юрия Савченко, 26
т.: (056) 378-93-99, (050) 320-51-99,
vkazunin@dalgakiran.com.ua

www.dalgakiran.com.ua

ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ВариУс

Измерительный инструмент
Всегда в наличии в Днепропетровске

e-mail: td@varius.com.ua
www.varius.com.ua
тел.: (056) 790-06-82

TaeguTec

токарный инструмент

резьбонарезной инструмент

расточные системы

канавочный и отрезной инструмент

фрезерный инструмент с механическим креплением

инструмент для глубокого сверления (в т.ч. ружейные сверла)

монолитный фрезерный инструмент

твердосплавные валки, стержни и заготовки

инструментальная оснастка

инструмент для обработки отверстий (монолитный и с механическим креплением)

вольфрамсодержащие порошки

специальный инструмент

Мы готовы бороться за результат
в повышении производительности, увеличении стойкости, уменьшении затрат на машинную операцию и предлагать лучшие инструментальные решения!

изучение объекта производства

формирование ТЗ

построение 3-D модели детали

подбор и поставка оборудования

подбор и согласование инструмента

разработка технологического процесса

написание и отработка УП (управляющей программы)

оптимизация режимов резания

готовая деталь в согласованное время

ООО «ТАЕГУТЕК УКРАИНА»
49006, г. Днепропетровск, пр. Пушкина, 40-б. Тел.: 056 790-70-99, факс: 056 790-71-18
e-mail: td@taegutec.com.ua www.taegutec.com.ua

СОДЕРЖАНИЕ
НОМЕРА

Стр. 38

В настоящее время созданы варианты литья металлов с открытой пористостью в вакуумируемые формы из сухого песка без связующего по пенопластовым моделям. Предложенные новые модельные конструкции из элементов допустимых размеров (от нескольких до сотен миллиметров и более), с возможностью получения этих элементов на пластавтоматах, упростят конструирование ячеистых материалов, которые обычно называют «материалами будущего».

Стр. 63

Технология экструзионно-выдувного формования дала возможность производить рационально и экономично полые изделия из пластика — будь то флаконы или канистры, игрушки или даже детские кресла для автомобилей.

За несколько десятилетий промышленного освоения технологий инженерам различных машиностроительных предприятий удалось создать множество уникальных принципов реализации технологии экструзионно-выдувного формования.

ТЕХНОЛОГИИ

38 Металлические ячеисто-каркасные отливки — по природным аналогам

42 Перспективные технологии создания диффузионных покрытий на сталях

44 Повышение износостойкости трущихся поверхностей пар трения

46 Улучшение экологических характеристик процесса плазменно-дуговой наплавки бронз

СЕРВИС

48 Когда неисправен клапан

СПЕЦ ИНФОРМ

52 Что такое ультразвук

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНИКИ

56 История создания цифровой записи

ТЕХНО plus

63 Экструзионно-выдувное формование

67 Тенденции экструзионно-выдувного формования — снижение затрат

71 ТОРГОВЫЙ ЗАЛ

Машиностроение: итоги полугодия и перспективы

Министерство промышленной политики Украины ожидает постепенного роста отрасли машиностроения. «Перспективу в этой области мы видим следующим образом: в этом году падение производства остановится и стабилизируется, а с 2011 года до 2013 года начнется постепенный рост производства с темпом 3-5%» — об этом заявил министр промышленной политики Украины Дмитрий Колесников, комментируя состояние дел в отрасли, сообщает пресс-служба министерства.

The ministry of industrial policy of Ukraine expects gradual growth of of mechanical engineering branch. "Prospect in this area we see as follows: this year manufacture falling will stop and stabilize, and from 2011 till 2013 gradual growth of manufacture with rate of 3-5 % will start" - it was declared by the minister of industrial policy of Ukraine Dmitry Kolesnikov, making comments on a state of affairs in branch, the ministry press-service informs.

«Взлеты и падения»

По данным Минпромполитики Украины, в машиностроительном секторе страны в 2009 году произошло падение объемов производства относительно предыдущего года более чем вполовину — на 58%. Машиностроительные предприятия, входящие в сферу деятельности ведомства, а их насчитывается около 400, за весь прошлый год выпустили продукции на 26,5 млрд. грн. (в 2008 г. — на 64 млрд. грн.).

Среди всех секторов машиностроения существенней всего влияние финансово-экономического кризиса почувствовали на себе предприятия автомобилестроения. В прошлом году автобусов, легковых и грузовых автомобилей предприятиями сферы деятельности Минпромполитики было выпущено на сумму чуть больше 9 млрд. грн. В 2008 г. эта цифра была в 3,5 раза больше — 32 млрд. грн.

Роста производственных показателей удалось достичь только по электротехническому оборудованию — всего 5,5% по сравнению с 2008 г. Предприятия машиностроительного комплекса в кризис остались без господдержки. Начиная с 2006 г., в отрасли действует Госпрограмма развития машиностроения. Согласно плану финансирования, предприятия отрасли в прошлом году получили вместо запланированных 57 млн. грн. только 10,4 млн. грн.

С начала текущего года на развитие машиностроительных предприятий была выделена примерно такая же сумма — 10 млн. грн. «То есть можно с уверенностью сказать, что план финансирования машиностроительных предприятий в нынешнем году будет сорван»,— отмечают эксперты отрасли.

Таблица 1. Состояние объемов промпроизводства по отраслям:

Отрасль	май 2010 г. по сравнению с маем 2009 г.	май 2010 г. по сравнению с апрелем 2010 г.
Добывающая промышленность:	рост 10,3%	рост 0,5%
- добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	рост 27,2%	рост 1,7%
- добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	спад 0,2%	спад 0,5%
Производство кокса и продуктов нефтепереработки	спад 11,4%	спад 24,5%
Химическая и нефтехимическая промышленность:	рост 19,2%	спад 5%
- химическое производство	рост 24,5%	спад 6,5%
- производство резиновых и пластмассовых изделий	рост 4,2%	рост 0,1%
- производство других неметаллических минеральных изделий (стройматериалов, стеклоизделий)	рост 16,4%	рост 15,1%
Металлургия и производство готовых металлических изделий	рост 21,2%	спад 1,9%
Машиностроение:	рост 32,2%	спад 2,7%
- производство машин и оборудования	рост 15,5%	рост 0,6%
- производство электрического, электронного и оптического оборудования	рост 12,3%	спад 3,1%
- производство транспортного оборудования	рост 71,1%	рост 5%
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	рост 10,6%	спад 9,5%

В Украине рост промышленного производства в мае текущего года по сравнению с маем 2009 года составил 12,7%, в январе-мае 2010 года к январю-маю 2009 – рост 12,6%. Об этом сообщили в Государственном комитете статистики Украины. По данным Госкомстата, в мае текущего года по сравнению с апрелем падение промпроизводства составило 2,4% (табл. 1).

Темпы восстановления промышленного производства в Украине в июне 2010 года по отношению к аналогичному месяцу 2009 года замедлились до 8,9% по сравнению с 12,7% в мае (табл. 2), 17,4% в апреле и 13,8% в марте, сообщил Государственный комитет статистики.

Госкомстат уточняет, что по сравнению с маем этого года в июне объем промышленного производства снизился на 0,5%.

Вагон надежды

Минпромполитики сделано детальный анализ финансово-кредитного состояния машиностроительных предприятий и возможностей расширения их внутреннего рынка при максимальном сохранении экспортного потенциала, который составляет для этих отраслей от 50 до 70%.

По прогнозам экспертов, к концу года предприятия отрасли увеличат объемы производства до 32 млрд. 790 млн., или на 24%. При этом лидировать будет тяжелое и транспортное машиностроение: рост 52%, а в денежном эквиваленте более 15 млрд. грн.

По словам министра Минпромполитики, на сегодня весомое место в машиностроительной отрасли занимает железнодорожное машиностроение. Доля поставок продукции на экспорт превышает 65%. "Однако сегодня общая степень износа основных фондов составляет 56%, в том числе подвижного состава 68%", — подчеркнул министр и выразил свои надежды, что Минис-

терство транспорта для обновления железнодорожного подвижного состава и эффективной работы железных дорог Украины закупит 200 пассажирских вагонов, 5000 грузовых вагонов, 51 единицу тягового подвижного состава, которые будут изготовлены на отечественных машиностроительных предприятиях. Кроме того, г-н Колесников напомнил, что в рамках выполнения решений Межправительственной украинско-белорусской комиссии по торгово-экономическому сотрудничеству и в соответствии с Программой сотрудничества по организации пассажирского вагоностроения в Республике Беларусь, Минпромполитики совместно с ОАО "Крюковский вагоностроительный завод" и белорусской стороной проводит работы по организации совместного предприятия по строительству пассажирских вагонов в республике Беларусь на базе РУП "Гомельский ВРЗ".

Таблица 2. Состояние объемов промпроизводства по отраслям: июнь 2010 г. по сравнению с июнем 2009 г.

Добыча полезных ископаемых, кроме топливно-энергетических	рост 17,1%
Добыча топливно-энергетических полезных ископаемых	спад 2,7%
Производство кокса и продуктов нефтепереработки	спад 18,1%
Химическая и нефтехимическая промышленность	рост 14,6%
Металлургия	рост 6,7%
Машиностроение:	рост 35,4%
-производство транспортных средств	рост 86,1%
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	рост 8,2%

Под председательством заместителя министра промышленной политики Виталия Немилостивого состоялось совещание по обновлению рельсового подвижного состава отечественных предприятий.

В ходе совещания сообщалось о возможностях обновления рельсового подвижного состава путем создания новой техники и освоения разных видов комплектующих и запасных частей и привлечения к их производству отечественных производителей. Участники совещания обсудили задания, которые сегодня стоят перед предприятиями отрасли, и возможные пути эффективного обеспечения подвижным составом железную дорогу и метрополитен.

Договорено создать рабочую группу, специалисты которой будут заниматься вопросом освоения производства некоторых видов комплектующих и запасных частей для рельсового подвижного состава. Кроме того будут подготовлены соответствующие предложения о внесении изменений в государственную программу развития машиностроения и разработке стратегии развития промышленности до 2020 г.

По состоянию на 1 апреля 2010 г. прямые иностранные инвестиции (ПИИ) в машиностроительную отрасль Украины составили $1,118 млрд. Об этом говорится в сообщении Государственного комитета статистики Украины. Этот показатель составил 2,8% от общей суммы иностранных инвестиций в Украину.
В частности, ПИИ из Кипра составили $199,5 млн., из Германии - $99,8 млн., из РФ - $78 млн., из Австрии - $42,1 млн., из Великобритании - $153,5 млн., из Франции - $20,5 млн., из Швеции - $32,9 млн., из США - $61,2 млн.
В I квартале 2010 г. отток ПИИ из украинского машиностроения составил $23,3 млн.

Заграница нам поможет?

Также министр обращает внимание на то, что активно выполняются программы по модернизации национального производства, внедрения энергосбережения и укрепление конкурентных позиций отечественного производителя. Например, ОАО "Турбоатом" проводит работу по модернизации литейного производства современным импортным высокотехнологичным оборудованием. Среди основных успехов машиностроительной отрасли министр отметил сотрудничество с иностранными компаниями. Так, ОАО "Сумское НПО им. Фрунзе" и ОАО "Сумской завод "Насосэнергомаш" завершили изготовление, провели успешное испытание и отгрузили несколько типов насосных агрегатов Калининской атомной электростанции (РФ). Положительным моментом, по словам г-на Колесникова, и то, что в последнее время наблюдается определенная стабильность и развитие энергетического и химического машиностроения "сотрудничеством с нашими энергетическими предприятиями интересуются и представители компании "Atomic Energy of Canada Ltd", — добавил глава Минпромполитики. Они высоко оценили потенциал и технический уровень украинских предприятий.

Прогнозы департамента развития машиностроения Минпромполитики

По словам директора департамента развития машиностроения Минпромполитики Виктора Козырева, в 2011 г. ситуация в отрасли стабилизируется, а в 2012 г. уровень производства вернется к объемам докризисного 2007 г. (почти 98%). С 2012 г. объемы производства продукции машиностроения начнут постепенно расти с темпом 15-18% в год.

В то же время, как отмечают в Минпромполитики, на уровень производства 2008 г. предприятия машиностроения выйдут через 3-4 года. По словам Виктора Козырева, это произойдет, в основном, также за счет темпов роста в отрасли тяжелого и транспортного машиностроения.

В то же время, как ожидают специалисты, в автомобильной промышленности в ближайшие годы будет достигнут лишь 70%-ный уровень докризисного производства. Это связано с низким уровнем платежеспособности населения, высоким уровнем кредитной ставки банков и сложностью с возвращением долгов за ранее полученные кредиты.

Станкостроительная и инструментальная промышленность достигнет уровня докризисного выпуска 2007 г. в 2011 г., а энергетическое машиностроение и электротехническая промышленность не имели спада производства в 2009 г. и продолжат постепенное наращивание производства с темпами 5-10%.

По прогнозам Виктора Козырева, в 2015 г. объемы производства в секторе машиностроения приблизятся к 75 млрд. грн. и превысят на 17% ранее достигнутые максимальные объемы в докризисном 2008 г. — 64 млрд. грн.

Анна Казакова
по материалам интернет

Выставка «МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ» – место встречи для обмена опытом

Запорожская выставка «Машиностроение. Металлургия» – одна из крупнейших профильных выставок в Украине, ежегодно представляет новинки отечественных предприятий и представителей зарубежных компаний, занятых в сферах машиностроения, энергетики, металлургии, высоких технологий. Ежегодно выставку посещают тысячи специалистов из Украины, СНГ, Восточной и Центральной Европы.

The Zaporozhye exhibition "Mechanical engineering. Metallurgy" is one of the largest profile exhibitions in Ukraine, annually represents novelties of the domestic enterprises and representatives of the foreign companies occupied in the spheres of mechanical engineering, power, metallurgy, high technologies. Annually thousand experts from Ukraine, the CIS, East and the Central Europe visit the exhibition.

С 18 по 21 мая в Запорожье в крупнейшем выставочном центре юго-востока Украины «Козак-Палац» прошла XVIII международная специализированная выставка «МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ 2010».

Выставка организована Запорожской торгово-промышленной палатой при поддержке Министерства промышленной политики Украины, Украинской ассоциации предприятий черной металлургии, Украинского НИИ технологий машиностроения.

В этом году участниками выставки «Машиностроение. Металлургия» стали 177 предприятий из 16 государств (Украина, Россия, Беларусь, Польша, Чехия, Германия, Австрия, Турция, Латвия, Литва, США, Япония, Словакия, Италия, Иран, Швейцария), представляющих полный спектр современных технологий, разработок, материалов и услуг современной индустрии. Экспозиционная площадь превысила 5000 м^2.

В торжественной обстановке выставку открыли: заместитель председателя Запорожской облгосадминистрации Геннадий Фукс, председатель Запорожского облсовета Павел Матвиенко, Запорожский городской голова Евгений Карташов, начальник главного управления Запорожской облгосадминистрации промышленности и развития инфраструктуры Андрей Иванов, председатель депутатского клуба «Парламент» Николай Байрак, президент Запорожского областного Союза промышленников и предпринимателей (работодателей) «Потенциал» Петр Ванат, заместитель председателя правления Украинского НИИ «Технологии машиностроения» Павел Желтов, генеральный директор ОАО «Минский подшипниковый завод» Александр Лабусов, президент Запорожской ТПП Владимир Шамилов.

Цель организаторов выставки – способствовать развитию отраслей промышленности, привлечению инвестиций в отечественную экономику, внедрению новейших технологий и инновационного пути развития украинского промышленного сектора.

Плодотворной работу выставки сделал целый ряд сопроводительных мероприятий – семинаров, круглых столов, презентаций.

Мероприятия

18 мая состоялась презентация нового российско-украинского проекта по производству первого в Украине бульдозера Б-10М и подписание соглашения о технико-экономическом сотрудничестве между ООО «ЧТЗ-Уралтрак» (г. Челябинск, Россия) и ЧМПКП «Ассоль» (г. Васильевка, Запорожская область, Украина).

В этот же день сотрудники Национальной металлургической академии Украины провели конференцию «Новые технологии в металлургии и машиностроении».

19 мая прошел семинар «Теория и практика взвешивания», организаторы: НПП «Техноваги» (г. Львов), НПО «Безмен» (г. Запорожье), Госпотребстандарт Украины.

20 мая состоялись семинары: «Повышение эффективности конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП)», организатор ООО «АСКОН-КР» (г. Киев) и «Эффективность применения СОЖ Shell в машиностроении», организатор ООО «Донбасс Пром Ойл» (г. Донецк).

Посетители

По обработанным данным, предоставленным посетителями в ходе анкетирования, выставку посетило более 8 000 специалистов.

География посетителей:

- Запорожье — 56%
- Днепропетровск — 21,1%
- Киев — 5,4%
- Харьков — 2,8%
- Донецк — 5,8%
- Луганск — 1,2%
- Одесса — 1%

Другие регионы (менее 1%): Кировоград, Ивано-Франковск, Львов, Винница, Хмельницкий, Сумы, Николаев, Черкассы, Херсон, Полтава.

Другие страны: Россия, Германия, Израиль, Дания, Италия.

Должностное положение на предприятиях:

- Руководители, менеджеры высшего звена — 2%
- Руководители подразделений — 14%
- Специалисты по закупкам, маркетингу, продажам — 11%
- Технические специалисты — 34%
- Другие специалисты — 8%

Экспоненты

По предоставленной экспонентами в ходе анкетирования информации:

76% — постоянные участники запорожской выставки;

24% — принимали участие впервые.

Основные цели участников:

- презентация фирмы — 53%
- имиджевое участие — 55%
- представление новой продукции (услуги) — 56%
- изучение опыта конкурентов — 26%
- поиск новых деловых партнеров — 83%

По обработанным данным на стендах проведено 1609 презентаций, 2901 переговоров, подписано 51 договоров и протоколов о намерениях.

Результаты участия:

39% экспонентов отметили результаты своего участия как «отлично»;

55% отметили как «хорошо».

Уровень организации:

74% участников выставки отметили отличный уровень организации выставки;

24% отметили как «хорошо».

Запорожская выставка «Машиностроение. Металлургия» традиционно стала местом встречи для обмена опытом управленцев, бизнесменов, ученых, ведущих специалистов представленных направлений.

Оргкомитет выставки
www.expo.zp.ua

Международная конференция «Новая Энергия Планеты»

20-21 мая 2010 года в конференц-зале Торгово-Промышленной Палаты Украины (ул. Большая Житомирская, 33, г. Киев) состоялась первая Международная конференция по возобновляемым источникам энергии и обмену опытом «Новая Энергия Планеты».

On the 20th-21st of May, 2010 the first International conference on renewed energy sources and the exchange of experience «New Energy of the Planet» has taken place in the conference hall of Commercial and industrial Chamber of Ukraine (Bolshaya Zhitomirskaya Str., 33, Kiev).

Конференция ориентирована на создание благоприятных условий для эффективного развития и внедрения инновационных технологий и использования альтернативных источников энергии.

Основные тематические блоки конференции: энергия будущего, новая энергия ветра, энергия солнца, энергия воды, малая гидроэнергетика, энергоэффективность и отопление, энергия земли, тепловые насосы, энергия биомассы, биотопливо, брикеты, пиллеты, CO_2, государственная поддержка новой энергии, механизмы финансирования и инвестирования в возобновляемую энергетику.

Партнерами конференции выступили ведущие компании в отрасли:

- EcoEnergy Scandinavia AB,
- Champs Software Inc.,
- Holding Ecological Housing
- Інсолар,
- Пеллет-Энерго Украина,
- Байтен Буркхардт.

Конференция прошла при поддержке и участии:

- Специалистов Центрально-Европейской Инициативы (CEI),
- Министерства топлива и энергетики Украины,
- Альянса «Новая Энергия Украины»,
- Торгово-Промышленной Палаты Украины.

Конференцию открыли приветственным словом: ***Валерий Боровик***, глава правления Альянса «Новая Энергия Украины», ***Николай Меленевский***, заместитель Генерального секретаря CEI-ES. Они поделились своей оценкой текущей ситуации и прогнозами о будущем рынка альтернативных источников энергии в Европе и Украине. ***Gianfranco Cicognani***, эксперт Центрально-Европейской Инициативы по науке и технологиям рассказал о готовых проектах по использованию альтернативных источников энергии в европейских странах.

В рамках проведения Международной конференции, собравшей 250 участников, состоялись выступления 40 ведущих европейских и украинских специалистов в области альтернативной и возобновляемой энергетики, презентация европейского опыта энергоэффективности и демонстрация европейских и отечественных проектов в области энергосбережения.

Участники конференции обсудили все аспекты использования альтернативных источников энергии: экологические, социальные, правовые, организационные, экономические и финансовые.

Это мероприятие положило начало серии постоянных конференций, которые позволят не только эффективно продвигать новые виды энергии, но и привлекать весомые инвестиции международных финансовых институций с целью увеличения средств замещения исчерпывающихся угля, нефти и газа.

Модернизация крупных производств, внедрение «чистых технологий» в муниципальном секторе, замена традиционных видов топлива на использование биогенных отходов АПК — вот главные направления в разработке законодательной базы Украины и «зеленого» тарифообразования.

Много внимания докладчики уделили проблемам недофинансирования научных изысканий в области вопросов альтернативных источников энергии. Но главное даже не деньги. В самосознании всех без исключения людей планеты должно сформироваться «экологическое мышление».

Понятия «экологический» и «энергоэффективный дом» должны стать тождеством. Современные технологии строительства могут внести значительные коррективы в энергопотреблении офисов, квартир, домов. Компания ***Holding Ecological Housing*** (Италия) представила экономические и экологические показатели технологий деревянного домостроения.

Для некоторых европейских стран экспорт мусора – прибыльный бизнес. Генерация тепловой и электрической энергии из мусора – одна из главных задач компании ***EcoEnergy Scandinavia***. Многолетний успешный опыт компании показывает, что поддержка государства в небольших и крупномасштабных проектах необходима.

«Технико-экономические преимущества альтернативных источников энергии по сравнению с традиционными обнаруживаются при рассмотрении каждого индустриального проекта», поделились топ-менеджеры крупнейшей в Украине юридической компании ***Байтен Буркхард***. Для инвестиционных компаний во всем мире общей тематикой для предоставления инвестиций становится энергоэффективность.

Проекты, реализованные силами украинских специалистов, становятся показательными не только в пределах Украины, но и в странах Европы и СНГ.

За более подробной информацией обращайтесь:

Meeting Point Ukraine
+380 44 467 55 75
www.meetingpoint.com.ua

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКА

технологические проекты
оснащение производств
инструментальное обеспечение
информационная поддержка

ГРУППА ТЕХНОПОЛИС

представляет:
ГОРИЗОНТАЛЬНО-РАСТОЧНЫЕ СТАНКИ производства компании FERMAT.

Fermat

На сегодняшний день FERMAT имеет три модельных ряда станков оригинальной конструкции, имеющих несколько преимуществ:
- Массивность.
- Статическая и динамическая жесткость, проверенные на практике.
- Возможность использования больших скоростей и мощности при обработке.
- Высокая точность и повторяемость.
- Возможность использования станка как для черновой, так и для чистовой обработки.

WRF – станки с подвижной колонной, с выдвижной шпиндельной бабкой

Основные движения станка:
X – продольное перемещение колонны
Y – вертикальное перемещение шпиндельной бабки
Z – выдвижение шпиндельной бабки
V – поперечное перемещение стола (опция)
W – выдвижение рабочего шпинделя
C – вращение рабочего шпинделя
B – поворот стола (опция)

WFT – станки с поворотным столом

Основные движения станка:
X – продольное перемещение стола
Y – вертикальное перемещение шпиндельной бабки
Z – поперечное перемещение колонны
W – выдвижение рабочего шпинделя
C – вращение рабочего шпинделя
B – поворот стола

WRFT – станки с поворотным столом, с выдвижной шпиндельной бабкой

Основные движения станка:
X – продольное перемещение стола
Y – вертикальное перемещение шпиндельной бабки
Z – поперечное перемещение колонны
V – выдвижение шпиндельной бабки
W – выдвижение рабочего шпинделя
C – вращение рабочего шпинделя
B – поворот стола

ГРУППА ТЕХНОПОЛИС

ООО «Технополис»
02090, Украина, г. Киев, ул. В. Сосюры, 7, оф. 15
тел./факс: +380 44 5361632, +380 44 536 16 33
technopolice@ukr.net www.technopolice.com.ua

Итоги специализированного форума «АПСС-Украина 2010»

26 мая 2010 года в Киеве состоялся Специализированный форум «АПСС-Украина 2010» (Автоматизация: Проекты. Системы. Средства). Мероприятие организовала компания «ЭКСПОТРОНИКА-УКРАИНА» — представитель выставочной компании «ЭКСПОТРОНИКА» (Москва).

On the 26th of May, 2010 in Kiev the specialized forum «APSE-Ukraine 2010» (Automation: Projects. Systems. Equipment) has taken place. The action was organized by the company "EXPOTRONIKA-UKRAINE" — the representative of the exhibition company "EXPOTRONIKA" (Moscow).

Традиционную поддержку специализированному форуму оказала ISA. Также «АПСС-Украина 2010» прошел под патронажем Киевской ТПП, Министерства промышленной политики Украины, Министерства по вопросам Жилищно-коммунального хозяйства Украины, Главного управления жилищного хозяйства Киевской городской государственной администрации.

Основными темами форума стали проекты и решения для жилищно-коммунального хозяйства. Были рассмотрены предложения для тепловых, газовых и электросетей, систем водоснабжения, водоотведения и канализации, системы мониторинга состояния фонда и решения по его модернизации, автоматизированные системы диспетчерского контроля и управления, автоматизация расчетов на предприятиях ЖКХ. А также ресурсосберегающие технологии и АСКУЭ.

Энергосбережение — сложная задача, которая зачастую требует больших капиталовложений. В докладе компании **ПРОСОФТ УКРАИНА** рассматривались вопросы повышения эффективности внедрения энергосберегающих технологий в системы освещения, работающие в жилищно-коммунальном хозяйстве. Рекомендовалось параллельно с применением энергосберегающих светильников вводить гибкие системы управления освещением. Это позволит снизить среднее потребление электроэнергии и сократить срок окупаемости оборудования. Для реализации предложенных проектов предлагалось рассмотреть возможности компании **ПРОСОФТ УКРАИНА** как единого поставщика оборудования и компонентов для построения энергосберегающих систем освещения.

Компания **Информационные технологии** поделилась опытом автоматизации предприятий ЖКХ на платформе ERP-системы «IT-Предприятие». В состав этой системы входит полнофункциональный модуль «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования (ТОРО)», ориентированный на сервисные службы предприятий (ОГМ, ОГЭ, ОГМетр, цеховые механики и энергетики, ремонтные цеха, ЖДЦ, транспортный цех, отдел АСУ, отдел связи и т.д.).

Компания **СЭА Электроникс** предложила готовые решения для предприятий ЖКХ, а именно: систему управления уличным освещением; систему управления дорожным движением; систему диспетчеризации лифтового хозяйства; систему диспетчеризации миникотелен; систему GPS навигации транспорта. Внедрение указанных систем обеспечивает реальную экономию, как человеческих ресурсов, так и материальных и финансовых. Окупаемость указанных систем — не более 3-х лет.

О системе GPS-мониторинга, как инструмента управления в инфраструктуре коммунального и городского транспорта, рассказал представитель компании **Украинские мобильные технологии**. В докладе рассматривались основные проблемы организации коммунального и городского транспорта, описывалась система autoonline, возможности, предоставляемые системой GPS мониторинга autoonline, и предлагалось решение проблемы управления и распределения городского транспорта и транспорта коммунальных хозяйств. Также был доказан социальный и экономический эффект внедрения системы GPS мониторинга в инфраструктуру городского и коммунального транспорта на опыте внедрения системы в подразделении МЧС г. Кривого Рога.

Компания **Логикон** представила доклад по теме современных решений по управлению насосами в системах водоснабжения и сточных вод. В докладе были кратко описаны специализированные водные функции в устройствах частотного регулирования VLT AQUA Drive FC200 от производителя Данфосс (Дания). Эти функции позволяют реализовать самые различные алгоритмы работы насосных станций без использования дополнительного внешнего оборудования и, тем самым, упрощают монтаж оборудования и общую его стоимость.

ООО «**ТЕХНОКОНТ**» совместно с ГНПК «**Киевский институт автоматики**» презентовали созданный комплекс ресурсоэнергосберегающих средств защиты, контроля и управления, тип средств –

ТК, применяемый для оснащения вновь проектируемых и действующих (реконструируемых) электроустановок массового распространения.

Об автономных ветрогенераторах малой мощности и особенностях их применения рассказал посетителям докладчик Безверхний И.Б., приглашенный издательским домом «Радиоаматор».

Также со своими докладами выступили представители таких компаний, как «Феникс Контакт», «Группа внедрения проекта по энергосбережению в административных и общественных строениях» совместно с компанией Техприбор и другие.

По словам Заместителя министра промышленной политики Украины Беленького С. Л.: «Министерство промышленной политики Украины из года в год поддерживает специализированные мероприятия компании «ЭКСПОТРОНИКА», которые, благодаря своему формату и расширенной программе проведения, являются практически инновационными проектами. В этом году в работе форума «АПСС-Украина 2010» приняли участие ведущие компании рынка промышленной автоматизации, способные своими разработками и продукцией поднять автоматизацию производства в Украине на новый, достаточно высокий уровень».

Среди информационных спонсоров форума стоит отметить такие известные журналы, как: «Мир автоматизации», «Радиоаматор», С.О.К, ChipNews, «ММ. Деньги и технологии», СТА, «Мир Техники и Технологии», ИСУП и многие другие.

Подробная информация на сайте мероприятия **www.pta-expo.com**.

Контактная информация:

Киев:
Громыко Татьяна
Тел:+38(044)206-24-92
e-mail: ukraine@pta-expo.com

Москва:
Орлова Софья
Тел: +7(495) 234-22-10
e-mail: info@pta-expo.com

ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫЕ СТАНКИ

ISO 9001 BSMI

AVERISING

Станки от производителя №1 в Тайване.
Успешно работают в Украине с 1994 года

Поставка со склада в Киеве
Сервис
Обучение
Гарантия
Запчасти

Поставка во все города Украины за 24 часа
Гарантия
Подбор СОЖ

БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛОТНА

AMADA

- Полотна от производителя №1 в мире и поставщика №1 в Украине с 1997 года
- Самые быстрые поставки полотен в Украине – любой город за 24 часа!
- Постоянно в наличии на складе большая номенклатура полотен
- Бесплатные консультации специалистов по подбору типа полотна
- Сварка на современном немецком оборудовании с контролем качества

БАТЕКС

Эксклюзивный представитель в Украине
г. Киев, ул. Тимирязевская, 2; Тел.: (044) 583-53-86, 583-53-82
факс: (044) 286-75-56; e-mail: sokur@batex.ua; www.batex.ua

Системы мониторинга и диагностики машин

Затраты на обслуживание и ремонт являются одним из важнейших эксплуатационных показателей любой технической системы. Традиционные методы технического обслуживания объектов, применяемые на промышленных предприятиях, можно разделить на две категории: эксплуатация оборудования до выхода его из строя и планово-профилактическое обслуживание (по календарным срокам или ресурсу). Эффективность использования оборудования сейчас во многом зависит от средств технической диагностики. Поэтому многие фирмы переходят на техническое обслуживание оборудования по состоянию на основе мониторинга и диагностики.

Expenses for service and repair are one of the major operational indicators of any technical system. Traditional methods of maintenance service of the objects, used in the industrial enterprises, can be divided on two categories: operation of the equipment to its exit out of operation and scheduled-preventive service (on calendar terms or resource). Now efficiency of equipment use in many respects depends on means of technical diagnostics. Therefore many firms come up to equipment maintenance service as of a monitoring and diagnostics basis.

Системы мониторинга и диагностики механических колебаний можно разделить на четыре группы по степени сложности, аппаратурному оснащению и программному обеспечению.

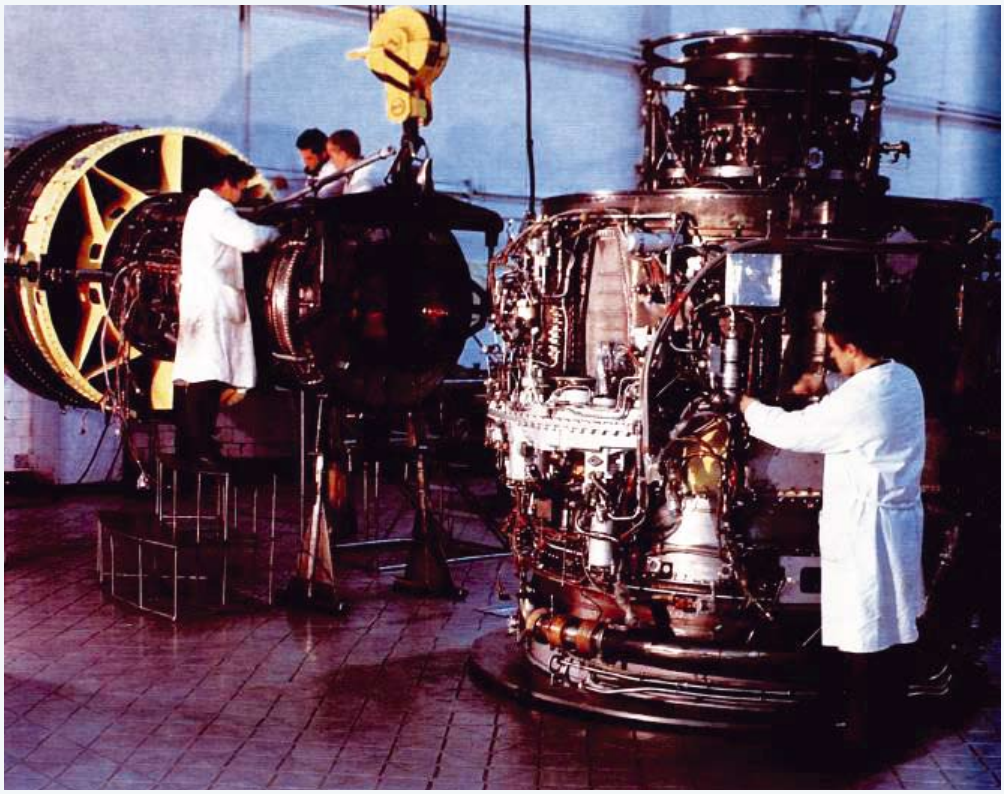
Простая система мониторинга механических колебаний может быть реализована в виде комбинации несложного малогабаритного виброметра и стробоскопа. Виброметр должен обеспечивать измерение общих параметров вибрации (вибросмещения, виброскорости и виброускорения) в стандартных частотных диапазонах, а также иметь возможность измерять параметры вибрации в других частотных диапазонах (иметь полосовые настраиваемые фильтры нижних и верхних частот).

Стробоскоп используется для определения частоты вращения вала машины и относительного перемещения ее деталей, а также для выявления нестационарности частоты вращения ротора. Желательно, чтобы виброметр имел разъемы для подключения наушников (для прослушивания механических колебаний машинного оборудования) и регистрирующей аппаратуры (осциллографа, анализатора).

Для каждой машины может быть проведено сравнение общих уровней вибрации с установленными в стандартах нормами или с базовыми значениями вибрационных характеристик, определяемых пользователем индивидуально для каждой модели машины в конкретных точках контроля. Основное достоинство этой системы заключается в том, что не требуется затрачивать много времени на подготовку персонала по виброконтролю машин. Недостаток — обнаружение отклонений от нормального функционирования машины возможно только при наличии существенных дефектов, которые трудно идентифицировать по результатам виброконтроля. Для определения причин увеличения вибрации машины можно использовать анализ изменения нескольких параметров вибрации (вибросмещения, виброскорости и виброускорения), результаты измерения их в разных частотных диапазонах и в разных точках контроля, но этому необходимо научиться.

Оперативная система мониторинга механических колебаний может быть реализована с помощью переносных портативных анализаторов. Она позволяет проведение анализа спектров вибрации и ее временных реализаций на месте эксплуатации объекта контроля, проводить сразу оценку технического состояния подшипников и определять их дефекты. Анализатор должен иметь возможность просматривать и анализировать спектры вибрации с помощью основных и боковых курсоров, сравнивать спектры вибрации между собой и выявлять их отличия. Неисправности машин определяются пользователем по диагностическим словарям. Для решения задач диагностики необходим контроль фазы колебаний, поэтому анализатор должен иметь датчик оборотов вала. Двухканальный анализатор позволяет использовать для диагностики корреляционный анализ колебаний, взаимные спектры и функцию когерентности. Система требует подготовки квалифицированного персонала и времени на определение причин повышенной вибрации.

Полустационарная система мониторинга и диагностики реализуется на базе персональной ЭВМ с разделением функций сбора данных на месте и обработки их в лаборатории. Современный мониторинг состояния машин основан на сборе огромных объемов данных, из которых путем скрупулезного анализа можно сделать вывод о техническом состоянии машины. Только профессиональный эксперт способен «заочно» разобраться в наборах данных, корректно собранных другими лицами. Но экспертов мало, причем у них разная квалификация и объем знаний. Учитывая этот факт, многие фирмы для мониторинга используют измерительные магнитофоны или анализаторы-сборщики данных, причем последние в настоящее время преобладают. Измерительный магнитофон имеет преимущество перед сборщиком данных, так как он регистрирует временную реализацию, которую можно неоднократно обрабатывать с целью поиска новых существенных диагностических признаков. Он позволяет транспонировать временную реализацию (т.е. провести запись сигнала на одной скорости и воспроизвести на другой), что дает возможность провести анализ низкочастотных и высокочастотных колебаний обычным анализатором.



Поэтому измерительный магнитофон необходим при проведении обследований новых типов машин и изучении причин нетрадиционных отказов, при исследовании нестационарности вибрационного процесса. На предприятиях достаточно иметь только сборщика данных — портативный анализатор. Он должен иметь память для запоминания спектров и данных для идентификации (место эксплуатации машины, ее модель, технологический номер, номер и дата обследования, точка контроля вибрации, параметр вибрации, характеристики узкополосного спектра), проводить анализ нестационарности вибрационного процесса и модальный анализ составных частей объекта контроля, балансировку вращающихся частей в собственных подшипниках и др. Его целесообразно дополнить мультиплексором, для проведения синхронного (в реальном времени) или синхронизированного анализа сразу в нескольких точках контроля. Он необходим и для снижения трудоемкости при проведении балансировки вращающихся деталей объектов. Единственный недостаток системы — периодический контроль технического состояния. Как правило, отказы составных частей машин при стационарном режиме их работы редко имеют внезапный характер. От начала возникновения какой-либо неисправности и до достижения ее развитой стадии (предельного состояния машины) проходит несколько недель и даже месяцев. Рекомендуется проводить анализ изменения спектров вибрации машины через 800-1200 часов ее работы. Периодичность виброобследования машин следует уточнять по наработке на отказ наиболее слабого узла машины. Таким образом, полустационарная система с ежесуточным виброконтролем машин и системой непрерывного контроля основных показателей работы машины (температуры, давления и др.) позволяет своевременно выявлять неисправности объектов контроля и выводить их в ремонт. При наличии мультиплексора полустационарную систему временно можно использовать как стационарную систему вибромониторинга и диагностики.

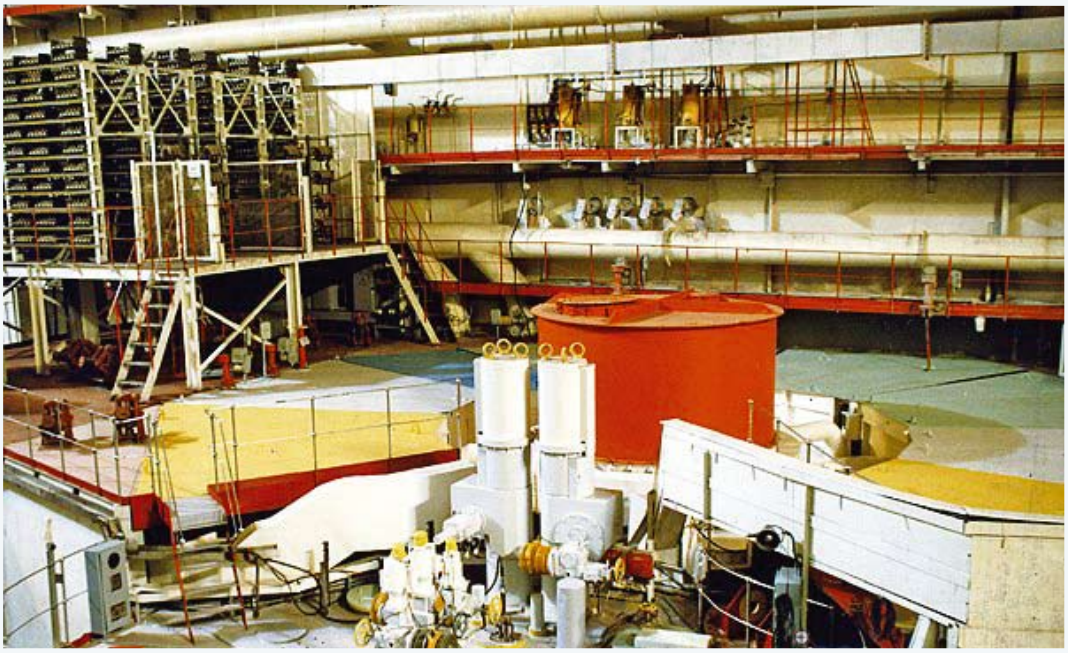
Системы непрерывной мониторизации и диагностики (стационарные) применяют для наиболее ответственных машин, отказ которых может привести к значительному снижению выпуска продукции, к дорогостоящим ремонтам, повышению опасности для жизни и здоровья работающих и населения. Из-за высокой стоимости одного канала вибрации (800-1200 долл. США) количество точек на объекте контроля часто ограничивают и, следовательно, очень сложно реализовать полную его диагностику. Поэтому эту систему обычно дополняют полустационарной системой.

В соответствии с требованиями нормативных документов машины оснащаются системами управления и контроля основных показателей режима их работы. На базе этих систем реализуется параметрическая система их мониторинга и диагностики, которая дополняет виброакустическую систему.

Для анализа и обработки собранных данных на персональной ЭВМ многие фирмы разработали пакеты программ мониторинга и диагностики, при выборе которых необходимо следить за тем, чтобы они соответствовали требованиям национальных стандартов Украины, позволяли использовать для мониторинга и диагностики машин программы других фирм, а также вводить новые правила диагностики с учетом изменений показателей режима работы объекта. Тогда у предприятий при получении разрешения в Госстандарте и Госнадзорохрантруда Украины на официальное внедрение систем мониторинга и диагностики оборудования, а также при их совершенствовании не будут возникать проблемы. Это нужно учитывать и при приобретении сборщиков данных — анализаторов, которые, как правило, работают с программами их разработчиков.

В настоящее время на рынке предлагается различное отечественное и зарубежное программное обеспечение для систем мониторинга и диагностики, которое можно подразделить на четыре уровня.

Первый уровень — это наиболее простые и дешевые программы. Они позволяют создавать базы данных результатов виброконтроля машин предприятия и автоматизировать оценку технического состояния их составных частей по нормативным



значениям вибрационных характеристик.

Второй уровень — это системы, которые используют принцип заданных «порогов опасности» в определенных частотных полосах спектра вибрационных характеристик. В каждом частотном диапазоне можно задать до 6-8 полос различной ширины и с различными порогами опасности. Например, одна из полос может быть названа «Дисбаланс», вторая — «Проточная часть», третья — «Зубчатое зацепление» и т.д. Система оценивает — насколько велико превышение уровня вибрации, и, в зависимости от его величины, выдает краткие сообщения, например, «небольшой дисбаланс», «развивающийся дисбаланс», «недопустимый дисбаланс». Одним из недостатков системы есть то, что она не учитывает изменения частоты вращения ротора и не регистрирует экстремумы спектра, которые не попали в заданные пользователем полосы, а также использует очень простые правила диагнозов, которые не позволяют установить истинные причины изменения вибрационных характеристик. Например, превышение уровня на частоте вращения может быть вызвано не только дисбалансом.

Третий уровень систем мониторинга и диагностики машин позволяет обрабатывать не только их вибрационные характеристики, но и некоторые параметры режима работы (обычно разработчики предлагают учитывать частоту вращения ротора, а другие параметры должен выбрать пользователь). Параметры режима работы — одночисленные данные, поэтому они легче поддаются обработке по сравнению с узкополосными спектрами вибрации. Нужно только учитывать то, что эти величины могут как расти, так и убывать. Поэтому в системе предусматривают два уровня «порога опасности» при увеличении параметра и при его снижении.

Для обнаружения неисправностей по спектрам вибрации в системе используется набор пороговых уровней в виде «масок» для каждого объекта. При использовании набора «масок», которые охватывают весь частотный диапазон, существенные изменения составляющих спектра вибрации в контрольных точках будут обнаружены, и система дает сообщение о возможной неисправности, но изменение частоты вращения также не учитывается. Для оценки неисправности система имеет файлы «частот неисправностей», которые необходимо учитывать для конкретного объекта. Протокол сообщения пользователю обычно включает в себя следующие данные: частота, порядок кратности, ширина пика, уровень, пороговый уровень и превышение. Система обрабатывает каждый спектр по отдельности.

Четвертый уровень систем мониторинга и диагностики машин — экспертные системы. Одной из первых таких систем является программное обеспечение Expert ALLERT (фирма DLI, США). Эта система включает в себя систему третьего уровня и на начальной стадии работает аналогично ей, а также включает расширенные средства диагностики и экспертную систему. Отличие экспертной системы фирмы DLI начинается с того, что она нормирует все данные относительно рабочей скорости, чтобы исключить ее вариации на спектр, которые могут привести к сдвигу пиков по сравнению с «маской». Затем система переходит к анализу «характерных особенностей». Особенности — это частоты, выделенные при настройке системы. Фирма DLI использует данные порядкового анализа, т.е. гармоники частоты вращения. Данные представляются для каждой машины двумя спектрами: диапазон низких частот, например от 0 до 10 гармоник и диапазон высоких частот — от 0 до 100 гармоник. Для многовальных машин частота вращения одного вала принимается как исходная частота первого порядка, а частоты, относящиеся к другому валу или валам, определяются известными соотношениями. Для оценки технического состояния используется 14 порядков (10 из которых предварительно выбирает эксперт, два из самых высоких пиков в низкочастотном диапазоне и два — в высокочастотном) и уровень «пола», ниже которого находятся амплитуды 70% оставшихся составляющих высокочастотного диапазона. Далее системой проводится кепстральный анализ (для определения, какие частоты имеют гармоники) и проверка диагностических правил для объекта контроля (например, не стоит искать признаки износа зубчатой пары, если ее нет). Если правило подходит, то критерий неисправности применяется по всем собранным данным для конкретных объектов. Пакет программ исполь-

зует логическую схему, в которой учитывается наличие или отсутствие пиков на нескольких частотах (более совершенные диагностические правила) и в разных точках контроля. Когда все неисправности распознаны, программа приступает ко второй стадии диагноза: выдает рекомендации, что делать. Важнейшей особенностью экспертной системы является то, что она может использовать усложненную логику для определения диапазонов и обрабатывать данные по всей машине в целом, а не каждый спектр в отдельности.

Следует отметить экспертную систему мониторинга и диагностики фирмы BENTLI NEVADA (США), которая позволяет оценивать техническое состояние машин и надежно определять причины его изменения. Контролируются и анализируются относительные колебания ротора в подшипниках, орбита вала, среднее положение шеек ротора, фаза гармоник оборотной частоты и графики полного спектра.

Фирма SPM (Швеция) разработала метод ударных импульсов для диагностики подшипников качения. Ее системы мониторинга и диагностики успешно используются при оценке технического состояния подшипников качения машин.

Из Российских экспертных программ отметим программы Баркова (ВАСТ, Санкт-Петербург) и программы Русова (Виброцентр, Пермь). Барков разработал метод огибающей спектра и внес существенный вклад в диагностику подшипников качения. Из работ Русова следует отметить диагностику электрических машин (электродвигателей и трансформаторов) и винтовых компрессоров.

С другими системами мониторинга и диагностики машин и оборудования (программным обеспечением и техническими средствами) можно ознакомиться в Интернете.

При создании систем мониторинга и диагностики машин и оборудования предприятия необходимо решить вопросы по повышению надежности и оптимизации режима их работы. Объекты контроля, которые имеют слабые узлы, необходимо модернизировать или заменить, как и объекты, которые работают в неустойчивом диапазоне. Необходимо оценивать технический уровень новых объектов до введения их в эксплуатацию и при их производстве или ремонте контролировать стабильность качества.

Одним из важных этапов разработки технической диагностики являются работы по определению диагностических признаков, объем и информативность которых должны, в принципе, учитывать особенности принятых на стадии проектирования конструкторских и технологических решений, качество изготовления и монтажа, опыт эксплуатации объектов-прототипов и особенности условий эксплуатации объектов диагностики. По мере сбора статистических данных перечень диагностических признаков должен уточняться, должны совершенствоваться решающие правила распознавания дефектов.

Таблица. Данные для экономического баланса системы технического обслуживания по состоянию

Затраты	Экономия
• предварительные исследования, выбор точек мониторизации, определение предельных значений • выбор и закупка аппаратуры и программ • обучение персонала проведению мониторизации • обучение инженерных работников проведению оценки результатов мониторизации	• увеличение среднего времени между ремонтами (рост производительности и снижение затрат на техническое обслуживание) • фактическое устранение неожиданных поломок (повышение надежности и производительности) • устранение вторичных поломок (поломка редуктора из-за неисправности подшипника) • устранение ненужного расхода деталей (замена исправных деталей) • уменьшение объема запасных частей (выдача предупреждения о необходимости заказа запасных частей) • уменьшение продолжительности ремонтов (необходимые ремонты планируются заранее) • повышение безопасности (снижается вероятность неожиданной поломки агрегата и тем самым увеличивается безопасность персонала) • повышение производительности производственных процессов

Техническое обслуживание на основе состояния машинного оборудования, базирующееся на мониторизации механических колебаний, успешно используется на промышленных предприятиях с непрерывными технологическими процессами с начала 70-х годов. Данный метод был очень быстро внедрен на нефтехимических предприятиях с достижением большой экономии благодаря повышению степени использования производственного оборудования и соответствующему повышению производительности. С тех пор мониторизация состояния машинного оборудования широко распространилась на промышленных предприятиях, использующих машины с вращающимися элементами.

Специалисты по техническому обслуживанию сталкиваются с задачами оценки соотношения расходов и прибыли от внедрения мониторизации механических колебаний для проведения технического обслуживания на основе состояния машинного оборудования. В таблице приведены сведения о затратах и экономии для оценки экономической эффективности систем технического обслуживания объектов по состоянию.

Исследования НИИэлектроэнергетики США показали, что переход от метода аварийного обслуживания (от поломки до поломки) к методу по фактическому техническому состоянию позволяет снизить затраты на обслуживание от 17 долл. США на одну л.с. в год до 9 долл., т.е. обеспечить экономию 47%. Аналогично, переход от метода планово-предупредительного обслуживания к обслуживанию по состоянию означает экономию затрат на 32%. Следовательно, затраты на создание систем мониторинга и диагностики машин быстро окупятся, а если учесть и штрафы за загрязнение окружающей среды и выплаты работающим за ущерб здоровью, то социально-экономический эффект будет значительно выше.

Значительное уменьшение объема работ по техническому обслуживанию не обязательно означает увольнение персонала. Его можно занять подготовкой и проведением измерений, а также более тщательно проводить работы по осмотру и проверке каждой машины, снятой с эксплуатации для проведения ремонта. Благодаря этому повысится надежность и безопасность машин. Проведение срочных работ, которые раньше могли быть выполнены только наспех, должны стать достоянием прошлого.

А. А. Стеценко,
О. И. Бедрий,
Е. А. Долгов

Компрессоры серии PORTAIR – универсальные, экономичные, эффективные

ООО «Далгакиран компрессор Украина» – прямой представитель завода Dalgakiran, основанного в 1965 году в Турции и занятого разработкой, производством и внедрением передового промышленного оборудования, в частности компрессорного.

ООО "Dalgakiran Compressor Ukraine" is the direct representative of Dalgakiran factory based in 1965 in Turkey and arranged in development, manufacture and introduction of the advanced industrial equipment, in particular compressor one.

О компании

ООО «Далгакиран компрессор Украина» работает с 2005 года, имеет сеть филиалов и развитую инфраструктуру сервиса по всей территории Украины.

Компания поддерживает склад готовой продукции, включающей компрессоры мощностью до 75 кВт, осушители, магистральные фильтры, генераторы, а также расходные материалы и запасные части к поставляемому оборудованию.

Сегодня в арсенале возможностей:

- подбор, консультация и поставка необходимого оборудования;
- пневмоаудит (измерение и расчет) потребления сжатого воздуха;
- технико-экономическое обоснование проектов;
- монтаж компрессорных станций «под ключ»;
- обучение персонала;
- гарантийное и послегарантийное сервисное обслуживание;
- диагностика, ремонт, обслуживание компрессорной техники;
- поставка запасных частей и расходных материалов для винтовых компрессоров любых производителей.

Дизельные передвижные компрессоры

Особо хотелось бы остановиться на новинке 2010 года.

Винтовые компрессоры DALGAKIRAN серии PORTAIR – лучшие в классе передвижных дизельных компрессоров – высокотехнологичные устройства, разработаны специально для производства сжатого воздуха и могут быть применены на промышленных предприятиях любого масштаба. Высокая мобильность компрессоров этой серии позволяет использовать устройства последовательно в различных технологических циклах производства.

Компрессорные установки скомпонованы в выполненном из композитных материалов, уникальном по конструкции и дизайну, устойчивом к коррозии, обтекаемом, эргономичном корпусе и могут быть смонтированы на шасси с тормозной системой или на шасси без тормозной системы, благодаря чему их легко перемещать на любые расстояния.

Компрессоры серии PORTAIR не требуют затрат на электроэнергию, они оборудованы бесшумным двигателем внутреннего сгорания японского производства (KUBOTA), который работает на экологичном дизельном топливе и позволяет минимизировать затраты на производство. Для двигателя характерны низкий уровень вибрации, экономное потребление топлива, высокая надежность. Емкость топливного бака обеспечивает бесперебойную работу компрессора в течение 10-12 часов, а при переменной загрузке – до 40 часов.

Высокоэффективный винтовой блок компрессора связан с двигателем прямой передачей, что минимизирует механические потери.

Современная пыле-, влагозащищенная панель управления компрессором проста в обращении, интерфейс ее понятен и удобен для пользователя.

Преимущества компрессоров серии PORTAIR:

- Низкий уровень шума и вибрации позволяет использовать компрессор в жилых массивах, даже в нерабочее время;
- Высокоэффективный винтовой блок с прямым приводом от двигателя (большее производство при меньшем расходе топлива);
- Высокая надежность благодаря запасу мощности дизельного двигателя;
- Система контроля расхода топлива;
- Количество часов автономной работы на 30% больше, чем у его аналогов;
- Топливный фильтр с 4-ступенчатой системой фильтрации топлива не самого высокого качества (что у нас, в Украине, к сожалению, не редкость);
- Возможность работы в температурных режимах от -10°С до +50°С при стандартной комплектации;
- Удобная контрольная панель, которая может быть доработана по желанию клиента;
- Возможность запуска компрессоров 3 (PA 64) и 4 (PA 100) одновременно;
- Расширительный бак для охладительной жидкости;
- Устойчивость двигателя к коррозии;

Представительство компании DALGAKIRAN в Украине празднует в этом году свое 5-летие! Благодарим всех наших партнеров и заказчиков за сотрудничество! Желаем всем успехов и процветания!

ООО «Далгакиран Компрессор Украина»

г. Киев,
ул. Новоконстантиновская, 4-А
тел.: +38 (044) 581-13-77
info@dalgakiran.com.ua
www.dalgakiran.com.ua

г. Днепропетровск,
ул. Юрия Савченко, 26
тел.: +38 (056) 378-93-99
e-mail: vkazunin@dalgakiran.com.ua

г. Донецк, ул. Университетская,96, оф.511
тел.: +38 (062) 380-68-09
e-mail: acherkasov@dalgakiran.com.ua

г. Одесса,
ул. Люстдорфская дорога, 11/2, оф.2
тел.: +38 (048) 785-35-16
e-mail: aivlev@dalgakiran.com.ua

г. Харьков, ул. Шевченко, 32, оф. 222
тел.: +38 (057) 760-17-09

• Легкость работы с корпусом: свободный доступ для обслуживания;
• Соответствие требованиям ЕС по экологической безопасности;
• Пожароустойчивый корпус;
• Удобный современный дизайн;
• Маленький вес;
• Конструкция данных компрессоров создана с идеей максимального удобства и легкости в обслуживании.

Область применения: снабжение сжатым воздухом пневмоинструментов и механизмов при проведении ремонтных и строительных работ в местах, где отсутствуют источники электроэнергии либо подача ее затруднена. Дизельные компрессоры серии PORTAIR предназначены для подачи воздуха к пескоструйным агрегатам при отделочных работах на мостах, в доках — при зачистке корпусов кораблей, в карьерах — для проведения буровзрывных работ.

Обновленная серия фрез SECO: новый вид и новая производительность

Компания Seco Tools AB, мировой лидер в производстве инструмента, предлагает потребителям широкий ассортимент фрез, в том числе и новые более экономичные решения, которые специально сориентированы на высокую эффективность производства и качество обработки. Многолетний опыт в разработке и применении фрез позволяют эффективно их использовать в разных отраслях промышленности.

The company Seco Tools AB, the world leader in tool manufacture, offers their consumers wide assortment of mills, including new and more economic decisions, which specially clue in on high production efficiency and quality of processing. Long-term experience in development and application of mills allow using them effectively in different industries.

Фрезы для обработки пазов и уступков

Фрезы с углом в плане φ=90° широко применяются для обработки пазов и уступов в машиностроении. Этот инструмент используется как универсальное решение при различных операциях фрезерования. Таких как контурное фрезерование, фрезерование по круговой интерполяции, объемное фрезерование, плунжерное, обработка пазов и плоскостей (см. рис. 1).

Такие фрезы сочетают в себе целый ряд преимуществ: экономичность, гибкость и надежность. Как правило, производители ищут экономичные и высокопроизводительные решения для повышения продуктивности производства понимая, что стоимость производства изделия является ключевым элементом в бизнесе.

Также производство требует использования точного угла в плане 90°, т.к. при использовании фрез углом в плане не равным 90° (например, φ=88°) приходится делать дополнительную обработку вертикальных стенок, что повышает стоимость обработки. Кроме того повышенные вибрации при обработке могут значительно ухудшить шероховатость обработанной поверхности.

Клиенты компании Seco Tools AB хотят использовать надежный инструмент и экономически эффективное, универсальное решение для всех операций фрезерования и, главное, с опытным и знающим партнером в области обработки резанием. Т.к. они порой упускают важную информацию из-за отсутствия знаний о ключевых параметрах фрезерных операций, таких как средняя толщина стружки, компенсация факторов скорости подачи, скорости резания,

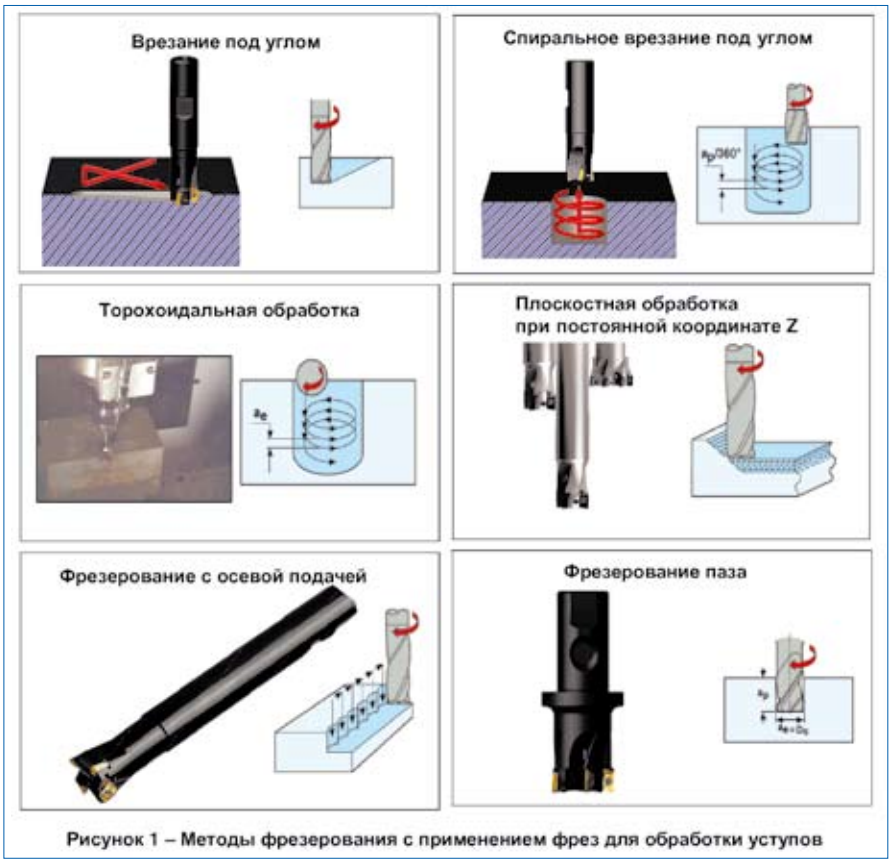


Рисунок 1 – Методы фрезерования с применением фрез для обработки уступов

соотношение радиальных и осевых глубин резания.

Угол в плане 90 ° фрез для обработки уступов ставит перед нами ряд конкретных ограничений. Угол ввода инструмента в 90° предполагает усиление воздействия сил резания на инструмент. Если не будет тщательно подобран твердый сплав и геометрия режущей части пластины, эти воздействия могут привести к поломке режущей кромки и возникновению вибрации. Для сохранения стабильности резания необходимо, чтобы максимум 30% от диаметра фрезы было задействовано в резании (радиальная глубина резания должна составлять не более чем 30% от диаметра фрезы). Однако при использовании этих фрез для прорезки пазов фреза задействуется на весь диаметр. Это может привести к вибрации, а также проблемам с эвакуацией стружки из зоны резания. Пристальное внимание следует также уделять количеству зубьев на фрезе, осевой глубине резания и скорости подачи.

Направление силы подачи предпочтительно должно быть направлено по оси фрезы к шпинделю станка (как при плунжерном фрезеровании), чтобы избежать вибраций и изгиба фрезы. Направление силы

Рисунок 2 – Фреза Square 6™ и фрезы серии Turbo производства компании Seco

подачи зависит от угла входа. Меньший угол входа дает более благоприятные условия резания. Угол в плане 90° фрез для обработки уступов может создать проблемы при обработке, но можно компенсировать это, выбрав правильную геометрию режущей кромки. Все это означает, что при использовании фрез для обработки уступов, выбор стратегии фрезерования, режущей части и режимов резания имеют первостепенное значение.

Базовое предложение фрез Seco для обработки пазов и уступов состоит из фрез серии «Turbo» и новой фрезы «Square 6». Фрезы Turbo предлагают высокую производительность, а фрезы «Square 6» представляют собой экономичное решение с хорошими показателями производительности. Обширный диапазон фрез для чернового и получистового фрезерования плоскостей и уступов теперь ещё более конкурентоспособен. Значительно улучшены характеристики инструмента, что приводит к большому экономическому эффекту. Наиболее значительным изменениям подверглись корпуса фрез. Твёрдая поверхность, покрытая никелем (твердостью 700 HV) защищает корпус от забивания стружкой и улучшает коррозионную стойкость. Применение для корпуса фрез никелевого покрытия приводит к увеличению срока службы инструмента и, как следствие, общей экономии.

Фрезы серии TURBO или «Square 6»?

Серия фрез Turbo является наиболее полным и универсальным решением в отрасли для обработки пазов и уступов. Фирма Seco предлагает решения на основе фрез Turbo для каждой операции в любом обрабатываемом материале. Диапазон начинается с фрез «Nano Turbo» (глубина резания 5 мм) и заканчивается фрезами «Power Turbo» (глубина резания 17 мм). Все фрезы серии Turbo предлагают легкое резание материалов. Они также имеют возможность выполнять обработку методом: рампингового фрезерования (под углом), плунжерного (осевое фрезерование), контурного, обработку карманов, а также может работать с круглой, спиральной и торохоидальной интерполяцией.

Независимо от типа производства, важно знать, как получается деталь. Если условия обработки хорошие и стабильные, глубина резания не слишком высока, и обрабатывается материал, такой как углеродистая сталь (группа обрабатываемости по классификации Seco SMG 2-4), чугун или нержавеющая аустенитная сталь (SMG 8), то фреза «Square 6» хорошая альтернатива фрезам серии «Turbo» (см. рис. 2). Она предлагает решение с шестью режущими кромками на пластине, что улучшает экономичность обработки.

Фреза «Square 6», с пластинами с шестью режущими кромками, предлагает низкие затраты в пересчете на 1 режущую кромку. Положительный передний угол на пластине делает положительным угол резания, что обеспечивает высокую производительность. За счет уменьшения эксплуатационных расходов и повышения производительности, фрезы «Square 6» способствуют экономичности производства, увеличению его объемов.

Фрезы серии Turbo предлагают высокую производительность. Область применения может включать в себя обработку глубоких карманов, фрезерование мягких и вязких материалов. Возможна обработка и в нестабильных условиях резания. Глубина резания может быть высокой (максимально 17 мм), могут применяться и другие стратегии обработки, такие как рампинговое фрезерование, фрезерование с винтовой интерполяцией. Диапазон применения фрез для обработки уступов и пазов показан на рис. 3.

Фрезы «Square 6» предлагают более экономичное решение. Такие фрезы нашли применение в основном в контурной обработке чугуна и стали. Условия резания должны быть стабильными, и глубина резания должна иметь средние значения (максимум 7,5 мм). Возможно также торцевое и плунжерное фрезерование.

Таким образом, компания SECO TOOLS AB предлагает широкую гамму фрез, которые позволяют максимально эффективно применять те или иные стратегии и методы обработки, а также способны удовлетворить самые высокие запросы клиентов по качеству и производительности инструмента.

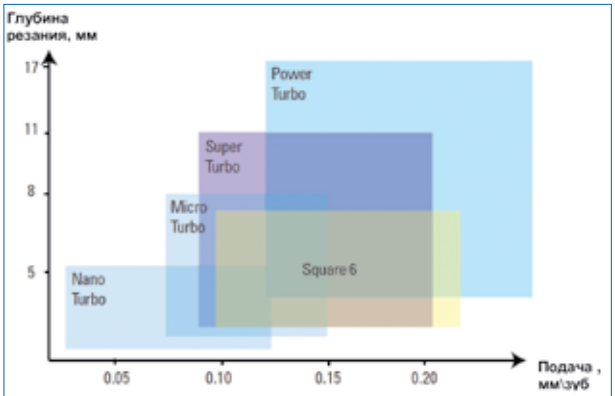


Рисунок 3 – Область применения фрез Square 6™ и фрез серии Turbo

***Алексей Никоноров**, к.т.н.,*
Инженер-консультант компании
Представительство компании «SECO TOOLS AB» в Украине
49044, Днепропетровск,
ул. Артема, 20
Тел.: +380567900544,
Факс: +380567900543

Бесстружечные метчики (раскатники)

Выдавливание внутренних резьб представляет значительно большие трудности по сравнению с накатыванием наружных резьб. Для образования внутренних резьб применяется процесс пластического деформирования металла, при котором в подготовленное отверстие заготовки ввинчивается специальный инструмент — бесстружечный метчик.

The internal threads extrusion represents considerably great difficulties in comparison with rolling external threads. The process of plastic deformation of metal at which the special tool — chipless tap is screwed in the prepared hole of workpiece is applied for formation of internal threads.

В связи с необходимостью применения значительных крутящих моментов выдавливание внутренних резьб ограничено областью материалов, обладающих повышенной пластичностью: легких металлов и сплавов, медных и латунных сплавов, цинка и цинковых сплавов, бронзы, коррозионно-стойких и жаропрочных сталей, титана и его сплавов, а также конструкционных, легированных и инструментальных сталей с пределом прочности до 500 МПа. При этом предъявляются особые требования к инструменту (в части его формы и прочности), диаметру отверстия под выдавливание, режимам выдавливания и смазке.

В настоящее время известны три способа получения внутренних резьб пластическим деформированием: применением самонарезающих винтов и шпилек, раскатыванием роликовыми головками и выдавливанием резьбы с помощью специального инструмента — бесстружечных метчиков, называемых иногда также накатниками или раскатниками.

Самонарезающие винты или шпильки изготовляются из закаленной стали и имеют в поперечном сечении форму округленного многогранника для более легкого ввинчивания в отверстие. Такой способ рекомендуется для ввинчивания стальных шпилек в корпусные детали из цветных металлов. Он обеспечивает плотное неразъемное соединение. Однако этот способ имеет следующие недостатки: более высокая стоимость винтов или шпилек по сравнению с обычными; большее потребное усилие ввинчивания; необходимость точного центрирования шпилек для избежания перекосов при сборке. Ввиду перечисленных недостатков широкого применения в промышленности этот способ не получил.

Роликовые головки нашли применение при получении внутренних резьб диаметром от 30 мм и выше. По конструкции они близки к аксиальным головкам для накатывания наружных резьб.

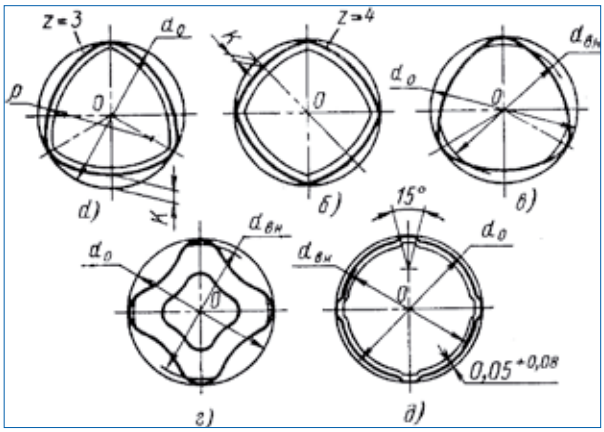


Рисунок. Формы поперечного сечения бесстружечных метчиков.

Для образования наиболее распространенных в промышленности внутренних резьб диаметром до 20 мм, шагом до 2 мм и длиной до 2d применяется метод выдавливания резьбы с помощью бесстружечных метчиков. Выдавливание внутренней резьбы бесстружечными метчиками — это процесс пластического деформирования металла, при котором в подготовленное отверстие заготовки ввинчивается специальный инструмент — бесстружечный метчик с профилем резьбы, соответствующим заданному профилю. Этот процесс не является процессом накатывания, так как при формообразовании профиля резьбы отсутствует взаимное обкатывание заготовки и инструмента, присущее процессу накатывания. Так как в поперечном сечении метчик имеет затылованную форму, в каждый момент времени резьбовой виток на заготовке выдавливается не по всей окружности, а лишь на определенной ее части. Следовательно, в зоне деформации нагрузки воздействуют на металл циклически, с частотой, зависящей от числа граней инструмента и частоты его вращения.

Существенное влияние на протекание процесса резьбовыдавливания оказывает геометрия участков вершин контура поперечного сечения инструмента — бесстружечного метчика. Различные варианты сечений представлены на рисунке. Рассмотрение приведенных форм сечений позволяет классифицировать их по симметрии контура (симметричный или несимметричный) и по наличию на контуре сечений резьбы полного профиля (по всему периметру или же на отдельных участках). Наибольшее распространение получил симметричный контур с полным профилем резьбы по всему периметру.

Бесстружечный метчик состоит из заборной части, служащей для выдавливания резьбы; калибрующей, предназначенной для направления инструмента и калибрования выдавленного профиля, и хвостовой части, с помощью которой метчик закрепляется в патроне. Основную работу по выдавливанию резьбы в отверстии выполняет заборная часть метчика. В отличие от режущих метчиков бесстружечные метчики не

имеют на рабочей части продольных канавок, образующих режущие кромки.

Бесстружечные метчики по принципу работы делятся на две группы: внутренний диаметр первой группы не участвует в формировании вершин выдавливаемой резьбы и не ограничивается точными размерами (незаполненный контур); внутренний диаметр второй группы формирует вершины обрабатываемой резьбы (заполненный контур). При выдавливании резьбы метчиком с незаполненным контуром на вершине резьбы образуется складка металла — «кратер».

Метчик с заполненным контуром образует вершину выдавленной резьбы, соответствующую контуру впадины метчика. В зависимости от материала детали и требований, предъявляемых к резьбе, метчики могут быть изготовлены с незаполненным и заполненным контурами. Экспериментальные исследования показали, что обработка резьбы метчиками с заполненным контуром в заготовках из черных металлов сопряжена с трудностями, так как при небольшом переполнении профиля резьбы металлом гайки происходит резкое возрастание крутящего момента и заклинивание метчика, приводящее к его поломке. Поэтому при обработке заготовок из черных металлов метчики с заполненным контуром применять не рекомендуется, в связи с необходимостью очень точной обработки отверстия под резьбу. При изготовлении гаек из цветных металлов и их сплавов выбор заполненного или незаполненного контура определяется, в основном, требованиями к качеству вершин выдавленной резьбы. Менее точные и неответственные резьбы следует обрабатывать метчиками с незаполненным контуром, а точные, к которым предъявляются повышенные требования, — с заполненным.

Метчики с незаполненным контуром более просты в изготовлении, и крутящий момент при выдавливании меньше, чем у метчиков с заполненным контуром. Однако качество вершин и точность размеров резьбы выше при использовании метчиков с заполненным контуром. Повышенные требования, предъявляемые к внутренней резьбе во многих отраслях машиностроения (особенно в приборостроении), приводят к необходимости рекомендовать бесстружечные метчики с заполненным контуром, несмотря на связанное с этим повышение крутящего момента при резьбовыдавливании и повышении стоимости метчиков.

Для изготовления рабочей части бесстружечных метчиков рекомендуются быстрорежущие стали Р18, Р9К5, Р9Ф5, а также высокохромистые стали Х12М и Х12Ф1, твердость после термической обработки 63-66 HRCэ. Хвостовики изготовляют из сталей 40Х и 45Х с твердостью 37-51HRCэ.

По материалам интернет

Очистка тлеющим разрядом металлических поверхностей перед диффузионной варкой и пайкой в вакууме

Ионная обработка соединяемых поверхностей металлов перед диффузионной сваркой и пайкой в вакууме может служить альтернативой химическому травлению, обеспечивая требуемые механические характеристики соединения при высокой гигиеничности и экологичности процесса.

Ionic processing of connected surfaces of metals before diffusive welding and soldering in vacuum can serve as alternative to chemical etching, providing demanded mechanical characteristics of connection at high hygienic and ecological compatibilities of process.

Большинство соединяемых с помощью пайки и диффузионной сварки металлов и их сплавов обладает заметным сродством к кислороду и покрыто тонкой, а потому гибкой и прочной пленкой окислов. Наличие окислов на поверхности металла понижает поверхностную энергию и, соответственно, способность припоя смачивать эту поверхность, а при определенной толщине слоя может полностью воспрепятствовать образованию межатомных связей.

При диффузионной сварке эта проблема еще более существенна. Отсутствие жидкой фазы в зоне контакта не обеспечивает отрыв окисной пленки от поверхности и ее диспергацию в расплаве, а ограниченная макропластическая деформация соединяемых поверхностей не создает условий для появления многочисленных разрывов пленки окислов вследствие ее недостаточной пластичности и различия коэффициентов линейного расширения пленки и основного металла. Таким образом, очистка поверхности металлов, в первую очередь от окислов, является важной проблемой в технологии бесфлюсовой вакуумной пайки и твердофазного соединения.

Традиционно применяемым химическим и электрохимическим методам активации (очистки от окислов) поверхностей присущи существенные недостатки: наличие остатков активных моющих веществ на поверхности, которые являются источниками газовыделения в вакууме, наводораживание поверхности электролитами, значительное количество вредных отходов производства и большой расход технической воды. В последнее время заметную роль начинают играть ресурсосберегающие, экологически чистые электрофизические методы активации, связанные, в первую очередь, с воздействием на поверхность потоков заряженных частиц.

Из вероятных физических методов очистки поверхностей (ионно-лучевая, вакуумно-дуговая, лазерная обработка) наиболее перспективным представляется применение тлеющего разряда, позволяющего обрабатывать поверхности различной конфигурации (в том числе и внутренние полости) и различной площади (от единиц до десятков тысяч квадратных сантиметров). Однако к настоящему времени в литературе встречаются отдельные ограниченные и зачастую противоречивые, в первую очередь, относительно режимов процесса, сведения о предварительной обработке металлических поверхностей тлеющим разрядом перед сваркой и нанесением покрытий.

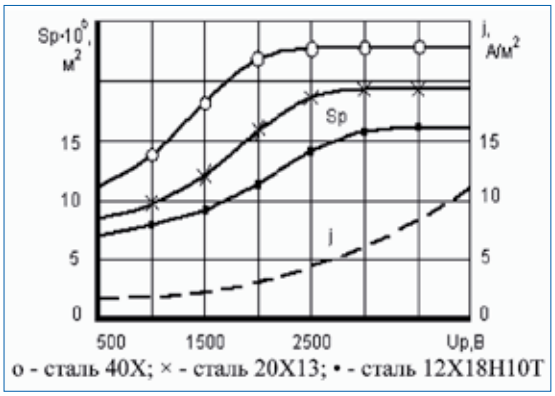


Рис. 1. Зависимость площади растекания Sp припоя ПСр-72 по поверхности стали от напряжения на электродах разряда в процессе предварительной ионной обработки

Целью настоящей работы является определение оптимальных условий и режимов обработки тлеющим разрядом соединяемых поверхностей перед диффузионной сваркой и пайкой в вакууме широко применяемых конструкционных материалов, соединение которых затруднено наличием на их поверхности термически и химически стойких окисных пленок — хромистых сталей 40Х, 20Х13 и 12Х18Н10Т.

Качество обработки оценивали по растеканию припоя на обработанных поверхностях и по результатам механических испытаний паяных и диффузионно-сварных образцов. В опытах использовали образцы из листового проката, поверхность которого ранее не подвергалась какому-либо виду обработки, размером 20х20х0,2 мм при соотношении площади поверхности к объему S/V = 10 и 20х20х2 мм при S/V = 1. В качестве припоя использовали несамофлюсующийся припой ПСр-72 с массой навески 0,2 г. Для сравнения использовали предварительное химическое травление поверхности образцов в соответствующих реактивах, используемых в техпроцессах пайки.

В качестве инструмента обработки использовали аномальный

тлеющий разряд, позволяющий в широких пределах изменять падение напряжения в катодной области, т.е. энергию бомбардирующих ионов, в зависимости от давления газа и плотности тока. Для ионной очистки использовали диодную схему травления, обрабатываемые детали служили катодом тлеющего разряда. После обработки производилась разгерметизация камеры, образец с навеской припоя устанавливался в нагреватель и после вакуумирования нагревался до температуры 1103°К. Продолжительность промежутка времени между ионной обработкой и нагревом образца не превышала 15...18 мин.

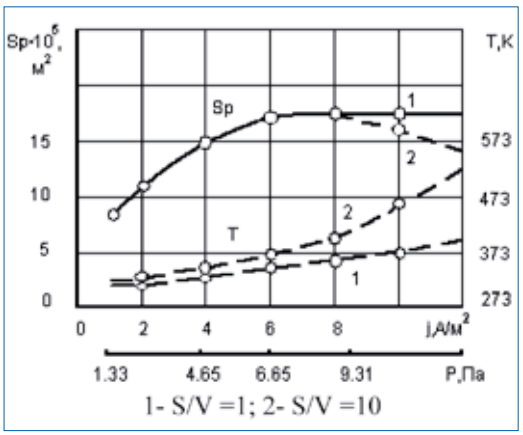


Рис. 2. Зависимость площади растекания припоя по поверхности стали 12Х18Н10Т от плотности тока тлеющего разряда в процессе предшествующей ионной обработки (Т — температура нагрева образца в процессе обработки)

Основными параметрами ионной обработки являются:

- напряжение на электродах разряда;
- давление газа в камере обработки;
- плотность тока и удельная мощность разряда в зоне обработки;
- длительность обработки.

В качестве рабочей среды использовали инертный газ — аргон, поэтому основным механизмом обработки поверхностей является физическое распыление, скорость которого определяется коэффициентом распыления Кр. Величина Кр существенно зависит от давления газа в камере и при давлениях более 13,3 Па снижается вследствие образования на поверхности мишени (образца) плотных адсорбированных слоев, препятствующих распылению материала мишени. Поэтому в данной работе диапазон изменения давления газа устанавливался в пределах 1,33...15,9 Па, при этом нижняя граница определялась условиями существования тлеющего разряда для примененной диодной схемы распыления, а верхняя — указанными выше условиями.

В первую очередь определяли влияние на качество подготовки поверхностей величины напряжения на межэлектродном промежутке, которое варьировало в пределах Up = 500...5000 В. В этом случае при давлениях газа, используемого в опытах, величина катодного падения потенциала в аномальном тлеющем разряде составляет ориентировочно от 300 до 4000 В. При более низких напряжениях эффективность катодного распыления заметно снижается, верхний предел устанавливаемого напряжения ограничивался появлением в межэлектродном пространстве микродуговых разрядов.

Результаты показывают (рис. 1), что с увеличением напряжения на электродах при одинаковых прочих условиях площадь растекания припоя Sp на всех образцах возрастает с одновременным снижением краевого угла смачивания. Однако, по достижении определенной величины напряжения для образцов с соотношением S/V = 10 наблюдается уменьшение Sp, в то время как для более массивных образцов с S/V = 1 такой эффект отсутствует. Это можно объяснить тем, что увеличение напряжения в условиях аномального разряда приводит к одновременному увеличению плотности тока и удельной мощности разряда на поверхности образцов, способствуя их нагреву до температуры 473°К и более, когда на поверхности начинают появляться едва заметные цвета побежалости вследствие наличия кислорода в камере в составе остаточных газов и в напускаемом аргоне. В этом случае эффективность обработки ухудшается, т.к. по-видимому, с нагревом скорость окисления поверхности возрастает и начинает превышать скорость ее распыления. Более массивные образцы заметному нагреву не подвергаются, однако повышение напряжения на разряде выше 2000...3500 В (соответственно содержанию хрома в материале образцов) уже практически не влияет на качество обработки поверхностей стальных образцов.

Как уже отмечалось, процесс ионной обработки характеризуется также плотностью тока разряда j на обрабатываемых поверхностях, которая в газовых разрядах определяется величиной давления газа p в камере обработки. Для рассматриваемого диапазона изменения давления газа было установлено, что при низких давлениях (около 1,33 Па), по-видимому, вследствие недостаточного количества заряженных частиц в плазме (малой степени ионизации) состояние поверхности после обработки несущественно отличается от исходного (рис. 2). С увеличением давления газа в разряде в процессе обработки площадь растекания припоя по обработанной поверхности возрастает, достигая максимальных значений при давлении 3,99...7,98 Па, после чего начинает несколько снижаться. Последнему, как следует из рис. 2, соответствуют повышенные плотности тока на поверхности образца, способствующие его нагреву. Кроме того, повышение давления газа одновременно увеличивает содержание в камере кислорода, ускоряющего окисление обрабатываемой поверхности, а также приводит к снижению величины катодного падения потенциала в разряде, т.е. к снижению энергии бомбардирующих частиц. Сопоставление результатов, приведенных на рисунках 1 и 2, показывает, что наиболее эффективно обработка стальных поверхностей происходит при плотности тока 0,4...0,8 мА/см.

В рассмотренных выше опытах обработку разрядом производили фиксированное время, составляющее 300 с, поэтому для определения оптимальной длительности процесса дополнительно производили обработку в достаточно широком временном интервале — от 30 до 600 с на определенных ранее режимах (напряжение разряда 2500...3000 В, давление газа 5,32...6,65 Па, плотность тока 0,6...0,8 мА/см). Полученные результаты растекания припоев по обработанным поверхностям (рис. 3) свидетельствуют, что длительность процесса обработки до достижения лучших показателей определяется объемным содержа-

нием в металле легкоокисляющихся элементов. В частности, для рассматриваемых сталей длительность обработки зависит от содержания в них хрома и составляет от 90…120 с для стали 40Х, до 300.. .360 с — для 12Х18Н10Т.

В производственных и исследовательских условиях между процессом подготовки заготовок и их пайкой или сваркой практически всегда существует промежуток времени, составляющий минуты и часы, на протяжении которого обработанная поверхность находится в контакте с атмосферой помещения. Методы химической обработки позволяют, во многих случаях, сохранять в этих условиях требуемое состояние поверхности достаточно длительное время благодаря образованию на поверхности защитной пленки соответствующего химического состава. В связи с этим целесообразно оценить длительность сохраняемости результатов воздействия на металлические поверхности ионной обработки. Для этого образцы из сталей 12Х18Н10Т и 20Х13, обработанные тлеющим разрядом на режиме: напряжение на разряде 3000 В, давление газа 5,32 Па, плотность тока разряда 0,5…0,6 мА/см, длительность обработки 300 с, выдерживали на воздухе в течение 15 мин, 30 мин, 1-го, 5-ти и 20-ти часов, после чего определяли характер растекания припоя по поверхности.

Результаты показывают, что с течением времени состояние поверхности, характеризуемое площадью растекания припоя и краевым углом смачивания, на обработанных разрядом образцах изменяется быстрее, чем после химической обработки и к концу суток хранения приближается к состоянию исходных необработанных образцов, что свидетельствует о высокой химической активности поверхности и ее восприимчивости к воздействию загрязнений из окружающей среды. В то же время, заметного ухудшения состояния обработанной разрядом поверхности стали 12Х18Н10Т после 30…60-минутной выдержки на воздухе в сравнении с контрольными образцами, прошедшими химическую обработку, не наблюдается.

Улучшение растекания припоев в результате ионной обработки вызывается изменением физико-химического состояния поверхности. Измерение рельефа поверхности стали 12Х18Н10Т с помощью профилографа-профилометра типа А1 модели 252 показывает, что в результате ионной обработки на указанных режимах шероховатость поверхности изменяется незначительно — Rz = 0,04…0,07 мкм в исходном состоянии до Rz = 0,06…0,08 мкм после обработки. Однако, в связи с тем, что качество поверхности со временем заметно изменяется, этот фактор нельзя признать существенным. Определяющую роль в улучшении растекания припоев после ионной обработки играет, по-видимому, изменение структуры поверхности, связанное с удалением адсорбированных слоев и распылением достаточно толстой окисной пленки, образовавшейся в процессе горячей прокатки.

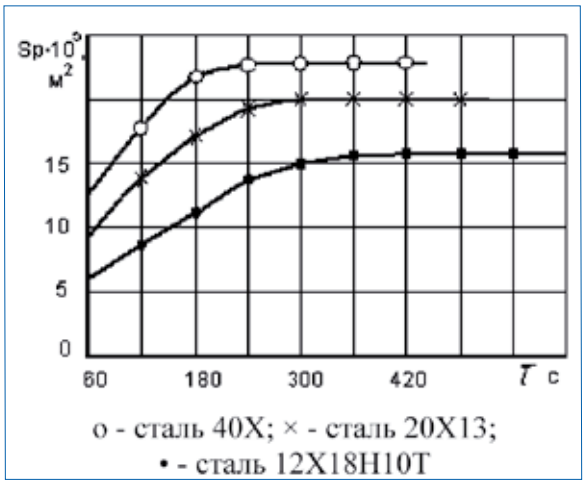


Рис. 3. Влияние продолжительности ионной обработки поверхности сталей на растекание по ним припоя

Влияние предварительной ионной обработки на формирование сварных соединений в условиях диффузионной сварки оценивали по результатам механических испытаний на срез сварных нахлесточных соединений указанных сталей. Полученные результаты сравнивали с прочностью аналогичных сварных соединений образцов, соединяемые поверхности которых были предварительно обработаны химическим травлением. Сварку образцов производили в однородном сочетании на режиме: температура 1253°К, усилие сжатия 12 МПа, время выдержки 15 мин. Сваривали образцы как после выдержки на воздухе, так и непосредственно после ионной обработки в сварочном устройстве (на установке имеется винтовая система перемещения нижнего образца на расстояние до 15 мм).

Результаты испытаний показывают удовлетворительную сходимость прочностных характеристик соединений, полученных после химического травления и спустя ограниченный промежуток времени после ионной обработки. Допустимый промежуток времени между ионной обработкой и сваркой, по прошествии которого прочность сварных соединений снижается не более чем на 15…20%, составляет для стали 12Х18Н10Т не более 1…2 часов, для стали 20Х13 — до 4…5 часов, стали 40Х — 20…24 часа.

Выводы:

1. Ионная обработка соединяемых поверхностей металлов перед диффузионной сваркой и пайкой в вакууме может служить альтернативой химическому травлению, обеспечивая требуемые механические характеристики соединения при высокой гигиеничности и экологичности процесса.

2. Высокая химическая активность обработанных тлеющим разрядом поверхностей ограничивает длительность их контакта с атмосферой помещения без снижения прочностных характеристик сварных и паяных соединений. Для увеличения длительности этого периода, что может быть необходимо в серийном и массовом производстве, где целесообразно иметь задел заготовок, необходим поиск методов консервации поверхностей после ионной обработки материалами, наносимыми из жидкой или паровой фазы, способными разлагаться без остатка при нагреве в вакууме и не влиять на последующий процесс формирования соединения.

Г. П. Болотов, *д.т.н.,*
М. Г. Болотов,
Р. Н. Рыжов, *д.т.н.*

Важные машинные элементы

Уже более 40 лет высокопрочный полимер является весомым понятием, если речь идет о машинных элементах. Высокопрочные полимеры могут выдерживать температуру до 850 градусов. Они работают абсолютно без смазки и человеческого вмешательства, при этом имея низкий коэффициент трения.

Already more than 40 years high-strength polymer is powerful concept if it is a question of machine elements. High-strength polymers can maintain temperature up to 850 degrees. They work absolutely without greasing and human intervention, thus having low factor of friction.

Из такого рода полимеров изготавливают цепные кабелеукладчики для подвижных механизмов и станков, а также цепи для трехмерных движений, выполняемых роботами.

Из него также производится целый спектр подшипников скольжения для практически всех отраслей промышленности. Сюда относятся линейные подшипники, поворотные подшипники и даже шарикоподшипники. Их можно использовать в любых видах станков, автомобилях, космической технике, самолетах, бытовых приборах, насосах, тренажерах и велосипедах. Для этих полимерных изделий абсолютно не нужна смазка, они не требуют технического обслуживания. Они имеют высокую грязестойкость и могут применяться при достаточно высоких и низких температурах (-100...+250 °С) в различных отраслях промышленности, в том числе, в пищевой и фармацевтической.

Синтетические подшипники – это шаг от пластмассовой втулки к протестированному и поэтому предсказуемому и быстро доступному машинному элементу на основе постоянно улучшаемых материалов, которые способствую точному прогнозированию поведения подшипников, особенно их срока службы – в этом суть исследований на сегодняшний день. Десятки лет исследований сделали возможным точный расчет срока службы синтетических подшипников скольжения. Малый вес и коррозионностойкость, нетребовательность в смазке и обслуживании предлагают решение для всех видов работ.

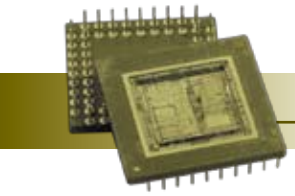
Энергетические цепи обеспечивают подачу энергии, передачу данных и импульсов и при этом постоянно находятся в движении.

Преимущества систем энергоцепей:

1. Электрическая, гидравлическая, пневматическая энергия, а также цифровые сигналы могут подводиться параллельно.
2. Экономящий место монтаж, тихий ход.
3. Работа при высоких ускорениях.
4. Защита кабелей от металлической стружки температурой до +850°С.
5. Стойкие к химикалиям, быстрый монтаж и удобные в обслуживании.

Линейные направляющие являются незаменимыми комплектующими во многих отраслях промышленности благодаря долговечности, длительности эксплуатации без необходимости обслуживания, сниженному уровню шума и высокой жёсткости. Кроме применения в промышленности, в последние годы на них повышается спрос со стороны производителей автомобилей и высокотехнологичного медицинского оборудования, таких как синтезаторы ДНК и установки магнитного резонанса. Отмечается рост их применения в домах, квартирах, офисных зданиях и на предприятиях в виде защиты строений от обрушения при сейсмических колебаниях. Их можно представить как системы с контактом вращающихся деталей, которые реализуют принцип вращательного движения в форме шариковых подшипников с глубокими направляющими дорожками. В стандартных линейных направляющих системах возникает точечный контакт движущихся частей. Применяя шарики в качестве тел качения, перемещающихся в дорожках с радиусом кривизны эквивалентным радиусу шариков, изготовители получают линейный контакт движущихся частей в своих системах. При переходе от точечного контакта к линейному допустимая нагрузка на один шарик увеличивается в 13 раз, а срок эксплуатации – в 2200 раз. Направляющая с технологией шариковой сепарации имеет значительный интервал смазки и оказывает большое влияние в каждой отрасли промышленности как продукт, являющийся ключом к оборудованию нового поколения.

Максим Карпенко, Виктория Савченко



Технологии нанесения защитных покрытий

В настоящее время наблюдается повышенный спрос на решения в области защитных покрытий, повышающих рабочие характеристики электронных изделий. Существует большой ассортимент защитных материалов и систем для нанесения защитных покрытий, с помощью которых можно добиться экономичного, чистого и безопасного для окружающей среды процесса нанесения.

Now the raised demand on decisions in the field of the protecting coating raising performance data of electronic products is present. There is a big assortment of protective materials and systems for coating of coverings with which help it is possible to achieve economic, pure and safe for environment coating process.

Типы защитных покрытий

Применяются покрытия четырех типов: на основе силикона, растворителей, на водной основе и полимеризуемые с помощью УФ-излучения.

Покрытия на основе силикона – гибкие, имеют невысокую стойкость к механическому воздействию. Они полимеризуются при воздействии тепла (2–5 мин при температуре 60°С). Чаще всего для полимеризации покрытия достаточно относительной влажности воздуха 20–30%, а слишком высокая влажность может привести к тому, что покрытие не затвердеет. При этом покрытия на основе силикона экологически безопасны, так как отсутствуют вредные испарения и побочные продукты.

Покрытия на основе растворителя – тоже гибкие, имеют невысокую стойкость к механическому воздействию, но полимеризуются при температуре 80°С в течение 8–10 мин. Во время полимеризации образуются вредные для здоровья человека и взрывоопасные продукты, что является существенным недостатком данного типа покрытий.

Покрытия на водной основе – прочные, т.е. имеют высокую стойкость к механическому воздействию, но менее гибкие по сравнению с покрытиями на основе силикона и растворителя. Они полимеризируются при комнатной температуре в течение 20 мин, но имеют плохую смачиваемость. Привлекает же в них отсутствие неприятного запаха во время нанесения и в ходе дальнейшей обработки.

Покрытия, которые полимеризуются с помощью УФ-излучения, отличаются высокой стойкостью к механическому воздействию. Скорость движения конвейера в печи при полимеризации этого типа покрытий составляет 1,5–7,5 м/мин. Покрытия экологически безопасны, так как отсутствуют вредные испарения или побочные продукты. Но их недостаток в том, что в тени электронного компонента покрытие не затвердевает. Но в некоторых материалах защитных покрытий присутствует химическая составляющая, которая способствует полимеризации покрытия под компонентами при воздействии тепла.

Нанесение покрытий на печатные платы

Толщина защитного покрытия, т.е. количество наносимого материала, определяется его назначением. Если покрытие наносится только для защиты от коррозии, то его толщина обычно составляет 0,05 мм. Если же покрытие должно защищать от высокого электрического напряжения и быть ударопрочным, оно должно быть толще, в зависимости от величины напряжения или силы удара. Иногда электронные модули заливаются защитным слоем полностью.

По экономическим соображениям изготовители электронных изделий обычно стараются сделать слой покрытия как можно тоньше, поэтому при выборе оборудования и инструментов вопросы экономного нанесения защитных слоев очень важны, хотя не всегда имеют решающее значение.

Покрытия на печатные платы могут наноситься четырьмя методами: кистью, погружением изделия, распылением из пульверизатора и селективным распылением.

Нанесение защитного покрытия на печатную плату кистью – самый трудоемкий и наименее точный способ. Он используется при изготовлении опытных образцов или небольших партий изделий производителями, у которых нет специальных установок для нанесения защитного материала. При нанесении кистью расходуется много материала, так как невозможно определить толщину наносимого покрытия.

При нанесении защитного покрытия погружением плата целиком погружается в емкость, заполненную материалом. Этим способом создается толстый слой защитного покрытия на всей поверхности печатной платы, кроме тех участков, которые закрыты силиконом и на которые не надо наносить покрытие (например, переключатели, разъемы и другие элементы). Покрытие наносится очень быстро, но и расход материала большой. Подготовка к процессу занимает больше времени, чем сам процесс. Автоматизировать его сложно, и сегодня этот способ используется редко.

При распылении защитного материала из пульверизатора или баллончика на поверхность печатной платы можно контролировать толщину наносимого слоя. Те участки, на которые материал наносить не нужно, можно закрыть защитной липкой лентой. Недостатки этого способа: материал распыляется не только на печатную плату, но и за ее пределы, поэтому работы следует проводить в специальных небольших помещениях. Достоинства процесса: высокая производительность, возможность регулирования расхода защитного материала. Недостатки: сложность автоматизации процесса и длительное время подготовки к нему. Способ применяют при изготовлении опытных образцов и небольших партий печатных плат.

Селективное нанесение покрытия распылением – самый распространенный сегодня способ. Защитное покрытие наносится селективно

(выборочно) специальными автоматами, оснащенными специальными модулями селективного распыления материала, которые наносят нужное количество защитного материала на заданную область печатной платы. Оператор с помощью специальной программы задает области печатной платы, на которые надо наносить защитный материал, и области, на которые материал наносить не нужно. В установках можно разместить сразу несколько модулей для нанесения различных по химическому составу материалов. Поэтому одну и ту же установку можно применять и для нанесения защитного материала на большие площади печатной платы, и для селективного нанесения. Причем переналадка с одного процесса на другой занимает несколько минут. При селективном нанесении нет необходимости в специальной подготовке печатных плат, поэтому подготовка занимает мало времени. Необходимо отметить, что при этом способе расход материалов минимален.

Существуют и другие способы нанесения покрытия – миграция и струйное нанесение, но используются они редко. Поэтому мы не будем подробно их рассматривать.

Нанесение покрытия миграцией проводится в вакууме, защитное покрытие перемещается (мигрирует) на поверхность печатной платы, в результате чего создается 100%-ное герметичное и прочное покрытие по всей поверхности платы. Способ струйного нанесения покрытия часто применяют для точного бесконтактного нанесения материала, но очень редко – для нанесения материала именно защитного. По сравнению с селективным нанесением защитного материала распылением методы миграции и струйного нанесения защитного материала дороже.

Полимеризация защитных покрытий

Применяются четыре способа полимеризации защитных материалов: на открытом воздухе, под воздействием тепла, под воздействием тепла и влаги и под воздействием УФ-излучения.

При полимеризации защитного покрытия на открытом воздухе печатная плата просто лежит на заводе до тех пор, пока покрытие не затвердеет. Недостатки этого способа: процесс требует много места и времени, а при испарении растворителя образуется запах, который распространяется по рабочему помещению.

На открытом воздухе полимеризуется большинство защитных покрытий на основе силикона и растворителя. Сам процесс полимеризации занимает больше времени, чем подготовка к нему. Этот способ пригоден только для работы с опытными образцами и при ремонте печатных плат.

Наиболее часто используется полимеризация под воздействием тепла. Для опытных образцов можно применять термокамеры, а для больших партий печатных плат используются печи с ИК-излучением.

Этот метод нанесения применим к покрытиям на основе растворителя и некоторым покрытиям на основе силикона. Обычно длина туннеля печи составляет 2,4 м, защитный слой полимеризуется за 2–10 мин, после чего подлипания материала не наблюдается (т.е. процесс полимеризации закончен). Так как пары растворителя тяжелые, то вытяжка

должна находиться в нижней части печи. Вся система должна быть взрывобезопасной.

Способ полимеризации под воздействием тепла и влаги применяется чаще всего для покрытий на основе силикона. Необходимая влажность создается путем подачи смеси теплого пара и воздуха через четыре отверстия, расположенные по углам рабочей камеры. Условия полимеризации – длина туннеля печи, время процесса – те же, что и при полимеризации под воздействием тепла.

Полимеризация защитного покрытия под воздействием УФ-излучения – самый быстрый и самый дорогостоящий способ. Недостаток метода – присутствие «теневого эффекта», т.е. УФ-излучение не воздействует на защитное покрытие, которое расположено под компонентами. Поэтому в большинстве систем для полимеризации защитных покрытий, отверждаемых УФ-излучением, используют одновременно УФ-излучение и тепло. Количество тепла от источника света достаточно для того, чтобы начался процесс полимеризации защитного покрытия, которое не отверждается УФ-излучением. Покрытия полимеризуются при движении печатной платы в туннеле печи длиной 1,5 м, в котором посередине находится источник интенсивного УФ-излучения.

Рассмотрим еще несколько аспектов технологии применения защитных покрытий.

Стоимость материалов, используемых для защитных покрытий, постоянно меняется и зависит от поставщика и страны производства. Тем не менее, можно сформулировать несколько правил, которыми необходимо руководствоваться при их выборе.

Самые дорогие защитные материалы – это материалы, отверждаемые УФ-излучением. Материалы на основе силикона в два раза дороже материалов на основе растворителя. В случае применения защитного покрытия на основе растворителя надо учитывать, что только 20% материала находится в твердом состоянии, поэтому, чтобы получить готовое изделие того же объема, необходимо нанести в пять раз больше материала.

В заключение можно сказать, что покрытия на основе силикона или на водной основе используются, главным образом, в США, потому что материалы на основе растворителя там запрещены. В странах Европы и Азии до сих пор используют защитные материалы на основе растворителей, но существует тенденция к переходу на материалы на водной основе. Технологии защитных покрытий, отверждаемых УФ-излучением, применяют на больших производствах, они безопасны для окружающей среды.

Выбор тех или иных защитных покрытий и экономическая целесообразность этого выбора – это те вопросы, которые производители изделий электроники решают сами. Но надо сказать, что существующие сегодня материалы и оборудование позволяют сделать процесс нанесения защитного покрытия естественным и хорошо контролируемым этапом всего производственного процесса изготовления печатных плат.

Ад Ван Диптер,
О. Зотова

Новые наноструктурированные высокоазотистые марганцевые стали

В статье проведен краткий обзор имеющейся информации о наноструктурированных высокоазотистых сталях. Приведены основные способы их получения.

In the article the short review of the available information about nanostructured high-nitrogen steels is done. The basic ways of production them are resulted.

До недавнего времени самым прочным материалом считалась сталь. Однако с развитием нанотехнологий по многим показателям ей пришлось уступить место наноматериалам. Их производство еще остается очень дорогостоящим, и в ближайшее время наиболее распространенными конструкционными материалами будут по-прежнему оставаться стали.

Требования, предъявляемые к сталям, заставляют их обладать целым комплексом свойств: высокой прочностью, коррозионной стойкостью, трещиностойкостью, износостойкостью и т.д. Добиться этого всего

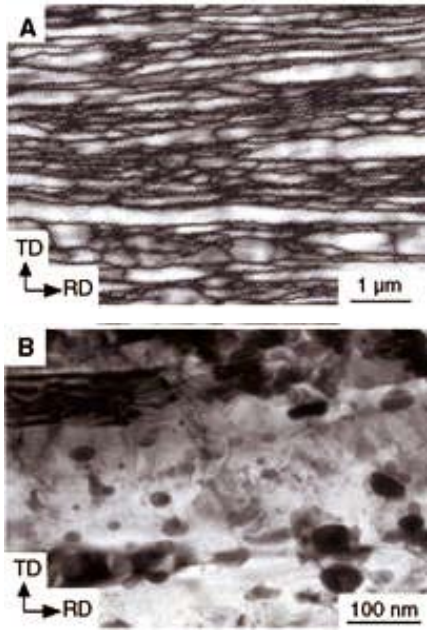


Рис. 1. А — микроструктура образцов после температурной формовки при 500°С. Изображение получено методом дифракции отраженных электронов (EBSD), угол разориентировки между зернами составляет меньше 5°. RD – направление прокатки. Б — микрофотография (ПЭМ) показывает распределение наноразмерных карбидов в металлической матрице

для одного универсального сплава невозможно, что заставляет материаловедов постоянно создавать новые сплавы. Среди таких перспективных материалов можно выделить высокоазотистые стали (ВАС). Введение азота позволяет получить стали со специальными свойствами, которые невозможно получить с другими элементами. Например, высокопрочную и коррозионностойкую аустенитную сталь применяют в машиностроении, атомной энергетике, химической промышленности.

Развитие нанотехнологий позволило создавать новые стали, а также изучать микроструктуру и свойства существующих. Целью работы являлось проанализировать вклад нанотехнологий в создание новых сталей с повышенным содержанием азота.

Введение азота позволяет стабилизировать аустенитную металлическую матрицу, что, в свою очередь, позволяет уменьшить количество других γ – стабилизаторов: марганца и никеля. Некоторые авторы считают, что возможности азота как легирующего элемента, раскрыты лишь в малой степени.

В последнее время появилась информация о создании наноструктурированных сталей. Отмечается, что прочность такой стали возрастает в 3–4 раза, а твердость – на порядок, при улучшении хладостойкости и многократном увеличении коррозионной стойкости.

Российская государственная компания «Рэлтек» давно работает в области нанотехнологий. В этой компании наноструктурированные стали получают в среднечастотных индукционных плавильных печах, которые позволяют точно регулировать температуру во всей массе металла и получать металл с заранее заданными свойствами.

В турбоиндукционноплавильных агрегатах вместимостью 5-10 тонн осуществляется активное перемешивание металла и его вращение вокруг оси печи, что обеспечивает активное взаимодействие шлака и расплава металла в турбулентном слое под шлаком. В результате жидкий металл, интенсивно перемешиваясь, насыщается азотом до требуемой концентрации, обеспечивая активный процесс образования наночастиц и мелкокристаллических фаз, присутствующих в расплаве компонентов – алюминия, титана, ванадия, марганца и др. Агрегаты обеспечивают высокоэффективную плавку не только с точки зрения качества металла, но и с точки зрения экономии электроэнергии (расход – на 30% меньше). Среднечастотной технологии всего 20 лет, это самый современный способ электроплавки. Если в электродуговой печи плавка идет за счет дуги (и вблизи дуги температура металла может достигать 3 тысяч градусов, при том, что у стенки печи металл может быть холодным), то в индукционных печах нового поколения за счет вихревых токов в толще металла идет прямой, а не косвенный нагрев металла.

В Российской Федерации разработкой ВАС активно занимается Центральный научно–исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей». Разработанная там ВАС НС-5Т превосходит западные аналоги «Авесту-254» и «Поларит-774».

В ЦНИИКМ «Прометей» разработано несколько ВАС, которые называются «высокопрочные азотистые аустенитные стали с гарантированным уровнем свойств, обеспечиваемых формированием наноструктуры».

Технология получения листового проката азотистых сталей основывается на термомеханической обработке, позволяющей формировать особое наноструктурное состояние, обеспечивающее необходимый комплекс эксплуатационных свойств.

Новые стали предназначены для изготовления ответственных изделий, эксплуатирующихся в сильноагрессивных коррозионных средах, для немагнитных труб направлен-

ного бурения в нефтедобывающей промышленности, для медицинских инструментов и имплантантов, вживляемых в человеческий организм, для немагнитных корпусов научно-исследовательских судов, исследующих магнитное поле Земли. Эти ВАС обладают следующим сочетанием характеристик: пределом текучести до 650 МПа, относительным удлинением не менее 30%, магнитной проницаемостью менее 1,01, высокой коррозионной стойкостью в хлоридных средах.

Японские исследователи предложили новый метод термомеханической обработки, который авторы назвали температурной формовкой или темпформингом (tempforming). В качестве модельного сплава использовалась низколегированная сталь, содержащая 0,4% C, 2% Si, 1% Cr и 1% Mo. Формовка образцов производилась с эквивалентной деформацией порядка 1,7 после отпуска стали при 500°C. Последующие механические испытания нового материала показали отличные результаты по сравнению со сталью, закаленной обычным образом и отпущенной при 500°C.

В частности, значение ударной прочности по Шарпи для образцов после температурной формовки (ТР-образец) составляет 226 Дж, что почти в 16 раз больше, чем в аналогичном испытании с обычной сталью. Для ТР-образцов наблюдается максимум в интервале температур от -60°C до -20°C, при дальнейшем повышении температуры ударная прочность уменьшается. Подобное поведение объясняется микроструктурой стали (рис. 1). После темпформинга происходит удлинение зерен вдоль 110 кристаллографического направления, которое совпадает с направлением прокатки. Средний поперечный размер зерен металла составлял порядка 260 нм, размер сферических карбидных частиц, диспергированных в железной матрице, не более 50 нм.

Как уже сообщалось выше, в ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» создаются объемно-наноструктурированные материалы конструкционного назначения. На рисунке 2 приведены изображения структур, полученных методом ПЭМ при исследовании формирования высокопрочных ультрадисперсных и наноструктурных состояний в коррозионно-стойкой высокоазотистой стали.

Известно, что одним из эффективных способов повышения эксплуатационных свойств сталей является формирование в них нанокристаллических структур (НК) методами интенсивной пластической деформации (ИПД). ИПД путем холодной прокатки формирует в исследуемой стали мелкозернистую структуру

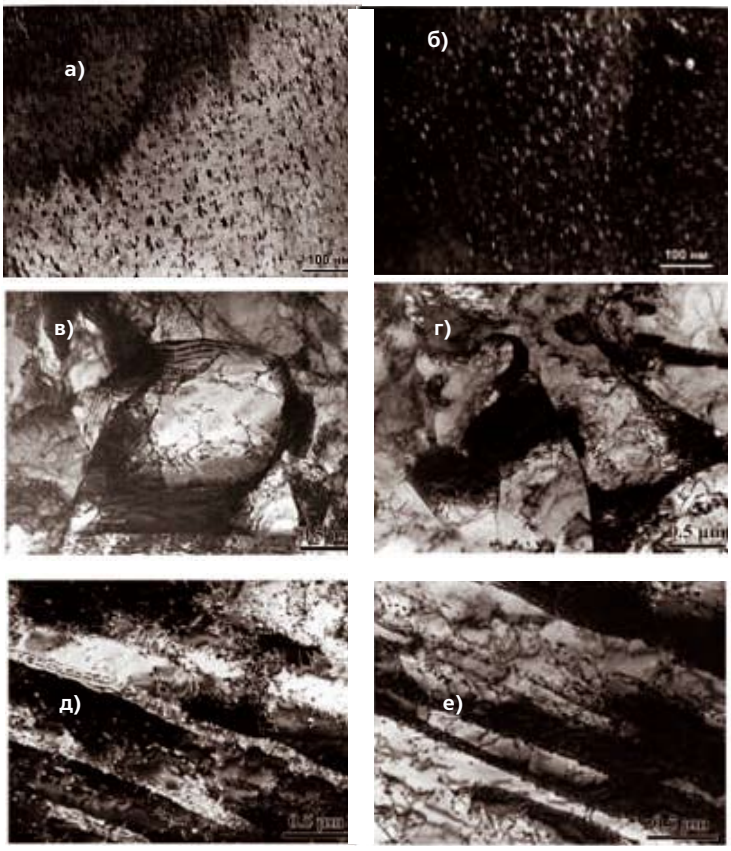


Рис. 2. Формирование высокопрочных ультрадисперсных и наноструктурных состояний в коррозионностойкой высокоазотистой аустенитной стали базовой композиции 04Х20Н6Г11М2АФБ при термической и термомеханической обработке: а, б — образование наноразмерных выделений нитридной фазы после горячей прокатки, отжига при 1050°C и длительной выдержки при 700°C ; б — темнопольное изображение наночастиц в рефлексе g = (111)VN; в, г — формирование декорированных нанофазными выделениями малоугловых дислокационных границ после горячей прокатки и отжига при 1050°C; д, е — формирование ультрадисперсных фрагментированных структур после интенсивной горячей деформации и закалки с прокатного нагрева

α-мартенсита с размером зерна 9...10 нм. После закалки с 1000°C структура стали двухфазная: α-мартенсит и γ-ост. Количество γ-ост составляет ~30% и это в 3 раза выше, чем в горячекатаной стали после аналогичной закалки.

Также одним из способов создания наноструктуры в реальных изделиях является высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО), которая заключается в последовательном выполнении операции горячей деформации и последующей закалке. В зависимости от режимов обработки (температура деформации, ее степень и скорость, схема охлаждения) может быть получена различная структура – от наноразмерной субструктуры с малоугловыми границами в виде дислокационных построений до рекристаллизационной зерновой структуры с большеугловыми границами. Образование полигональной субструктуры с наноразмерами происходит при относительно небольших степенях горячей деформации вблизи пика на диаграмме горячего деформирования. Деформация должна сочетаться с последеформационной выдержкой перед началом охлаждения.

Учитывая, что для получения требующихся эксплуатационных характеристик конструкционные стали претерпевают несколько этапов термообработки (закалку, отпуск), субструктуру удается наблюдать только в конечном состоянии. Субструктура аустенита, сформировавшегося при горячей деформации, наследуется мартенситом, влияя на его дисперсность и морфологию, и оказывает влияние на процессы отпуска, дисперсность карбидов и субструктуру ферритной матрицы. Субструктура ферритной матрицы имеет размеры элементов в пределах 20-100 нм при среднем размере 30-40 нм. Размеры карбидов 7-10 нм, значительно меньше, чем при обычной закалке и даже при

ВТМО, выполняемой с большими степенями деформации.

Также следует уделять повышенное вниманию появлению нанокарбидов. Присутствие мелкодисперсных частичек (размером до 10 нм) карбидов, которые препятствуют движению дислокаций, а также способствуют их размножению, в конечном итоге, приводит к повышению прочности стали. Например, в закаленных аустенитных сталях с 1% ниобия (12Х18Н10Б) или из 1% титана (12Х18Н10Т) при высокотемпературной (~700°С) выдержке на дефектах упаковки выделяются когерентно связанные с матрицей кубические карбиды NBC и TiC.

В Российской Федерации реализован новый подход к созданию интеллектуальных аустенитных сталей с управляемым эффектом памяти формы (ЭПФ) в результате формирования нанокарбидов VC различной формы и размеров. Предложенные интеллектуальные стали (патент РФ № 2270267) отличаются от известных высокой прочностью, пластичностью, технологичностью производства, существенно меньшим содержанием марганца и кремния, возможностью регулирования величины эффекта памяти формы и могут выпускаться в массовых количествах. Проведена выплавка предложенной ЭПФ-стали на заводах Урала и получен листовой прокат шириной 1000 мм. Изготовлены оболочки нагреваемых цилиндрических снарядов для герметизации дефектных обсадных труб в нефтяных скважинах.

Таким образом, уже сегодня открываются широкие перспективы по созданию принципиально новых конструкционных наноструктурированных сталей, обладающих повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами.

Выводы:

1. Наноструктурированные стали обладают повышенными физико-механическими свойствами. Прочность такой стали возрастает в 3-4 раза, а твердость – на порядок, при улучшении хладостойкости и многократном увеличении коррозионной стойкости.

2. Наличие в стали мелкодисперсных карбидов (размером до 10 мкм) также позволяет значительно повысить прочностные характеристики материала за счет сдерживания движения дислокаций.

3. Одним из способов получения нанокристаллических структур является метод интенсивной пластической деформации путем холодной прокатки. Это позволяет формировать в исследуемых сталях мелкозернистую структуру α-мартенсита с размером зерна 9...10 нм.

4. Одним из способов создания наноструктуры в реальных изделиях является высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО), которая заключается в последовательном выполнении операции горячей деформации и последующей закалке. С помощью ВТМО возможно получение субструктуры ферритной матрицы, которая имеет размеры элементов в пределах 20-100 нм при среднем размере 30-40 нм. Размеры карбидов 7-10 нм.

В. А. Колесников

Пути оптимизации технологических процессов ковки труднодеформируемых и малопластичных сталей

В статье рассмотрены и проанализированы технологические процессы ковки труднодеформируемых и малопластичных сталей, а также определены пути повышения качества поковок из данных сталей, приведены примеры внедрения в производство новых способов ковки, кузнечной оснастки и инструмента.

There have been considered and analyzed the technological processes of the hardly-deformed and low-plastic steels, and also determined the ways of increasing the quality of the forged pieces from the steels, exampled the manufacture implementation of the new methods of the forge, forging rigging and instrument in the article.

Снижение технологических потерь дорогостоящих металлов и сплавов, уменьшение отходов передела в машиностроении и металлургии являются наиболее актуальными задачами при производстве разнообразных поковок из труднодеформируемых и малопластичных сталей. В настоящее время особое значение приобретает возможность производителя гибко реагировать на изменение коньюктуры рынка, что усугубляет данную проблему новыми требованиями. Все более остро ставится вопрос необходимости оперативного изготовления и отгрузки заказчикам качественной продукции широкого сортамента ограниченными партиями. Применительно к процессам ковки поковок различной массы решение этих проблем, в первую очередь, связано с проектированием и освоением новых эффективных технологических процессов. Опыт отечественных предприятий показывает, что ковка разнообразных поковок из труднодеформируемых и малопластичных сталей с применением традиционных приёмов и методов сопровождается значительными растягивающими напряжениями в очаге деформации, что приводит к образованию трещин, зажимов и другим видам брака в конечной продукции.

Технология ковки легированных и высоколегированных сталей и сплавов должна обеспечить высокую производительность, минимальный расход металла, улучшение физико-механических свойств, отсутствие внутренних и наружных дефектов в металле. Общими особенностями данных сталей являются более резко выраженные неоднородность структуры слитков, прочность транскристаллитной зоны, осевая рыхлость, наличие избыточной фазы, загрязненность границ зёрен включениями. Все эти факторы снижают пластичность металла, кроме того, неоднородному по структуре металлу свойственна более низкая теплопроводность и более низкий интервал температур деформирования.

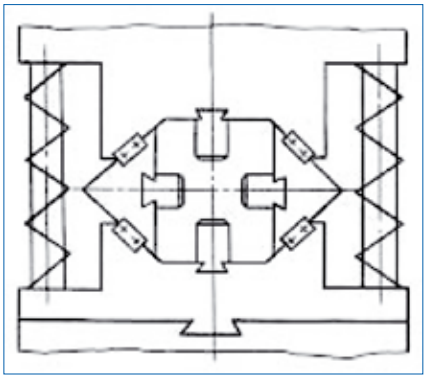


Рис. 1. Специальное ковочное устройство для четырехсторонней ковки слитков

Постановка задачи

Свойства металла, особенно высоколегированного, зависят от степени деформации. Литая сталь по пластичности и вязкости имеет незначительную анизотропию свойств, вследствие зернистой структуры. По мере деформации анизотропия механических свойств увеличивается и чем более крупное зерно имеет поковка, тем резче проявляется анизотропия. Влияние степени деформации взаимосвязано с температурой ковки. При постоянной температуре обработки зерно тем мельче, чем больше величина деформации. При постоянной степени деформации повышение температуры обработки ускоряет диффузионные процессы и ведёт к увеличению роста зерна.

Показатели механических свойств изменяются при увеличении суммарной деформации (укова), а также при выборе оптимальных степеней деформации за один проход при разных температурах. Особенно важно избежать ковки при критических степенях деформации и добиться необходимого дробления зерна. Для получения качественных поковок из различных сталей с высокими механическими свойствами используют различные способы обработки давлением слитков, заготовок. Каждому из них свойственны свои особые условия деформирования, свои преимущества и недостатки, анализу которых посвящена данная статья.

Пути решения

На неравномерность деформации при ковке влияют факторы, которые связаны с физико-химическим состоянием металла и технологическими условиями протекания пластической деформации. Для снижения вероятности разрушения труднодеформируемых материалов путем усиления гидростатического давления на заготовку используют приемы осадки в оболочках простой и комбинированной конструкции, деформирование в пластичных прокладках. Однако, несмотря на положительные эффекты, данные способы малопригодны и технически неосуществимы для процессов ковки крупногабаритных поковок, оказывают влияние на термический режим деформации и требуют решения вопросов утилизации дорогостоящих оболочек, изготовление которых приобретает индивидуальный характер.

При протяжке на молоте слитка или заготовки плоскими бойками деформация первого рода наблюдается в плоскости вдоль оси тела и в плоскости, нормальной к ней. При

протяжке заготовок наибольшие знакопеременные скалывающие напряжения и деформации концентрируются в диагональных зонах и, как следствие, при ковке малопластичных сталей и сплавов эти зоны наиболее склонны к трещинообразованию. Разрушение металла в диагональных сечениях происходит в результате механизма среза.

При ковке на молотах ударное приложение нагрузки приводит к повышению неравномерности деформации, и её локализации в зонах диагоналей. Таким образом, деформация малопластичных сталей и сплавов на высокоскоростном оборудовании приводит к значительному ускорению образования трещин.

Одним из способов уменьшения вероятности нарушения сплошности в диагональных зонах является снижение степени деформации за единичное обжатие, однако при этом в поверхностной зоне деформируемого металла появляются осевые растягивающие напряжения, вследствие чего на поверхности заготовки образуются поперечные трещины с помощью механизма отрыва.

Следующим недостатком ковки заготовок с применением плоских бойков является значительная неравномерность деформации. В результате в некоторых зонах очага степень деформации превышает

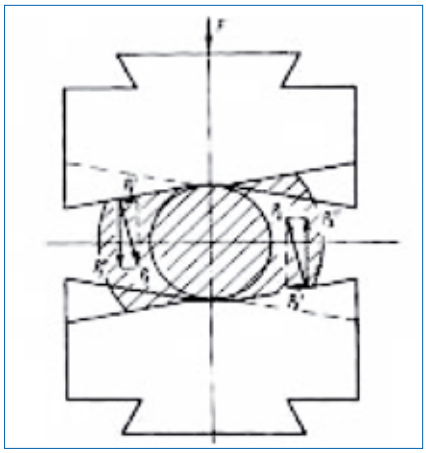


Рис. 2. Инструмент для ковки: F – сила деформирования; P1//, P1/ и P1 – вертикальная, горизонтальная составляющие и результирующая силы давления верхнего бойка; P2//, P2/ и P2 – тоже для нижнего бойка

критическую. В дальнейшем это обуславливает получение после конечной термообработки зональной крупнозернистой структуры в готовых изделиях. Надёжное устранение такой неоднородной деформации при свободной ковке на молоте весьма затруднительно или невозможно.

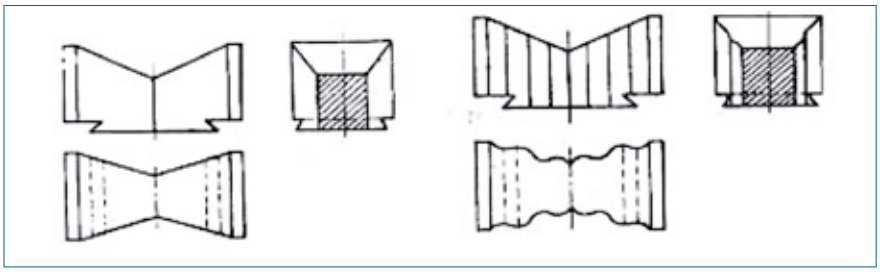


Рис. 3. Варианты исполнения кузнечных вырезных бойков

Для устранения вышеперечисленных недостатков предлагается использование для деформирования поковок прессов, работа которых характеризуется приложением статического внешнего напряжения, и позволяет уменьшить концентрацию скалывающих напряжений в диагоналях сечения заготовки. Также рекомендуется использование при протяжке угловых или круглых вырезных бойков, которые позволяют уменьшить величину растягивающих напряжений в очаге деформации и обеспечивают получение более плотной заготовки без внутренних трещин и с минимальным развитием поверхностных разрывов.

Одним из наиболее перспективных направлений ковки малопластичных сталей является применение радиальной ковки на специально разработанных ротационно-обжимных машинах (РОМ), которые позволяют создать благоприятные условия напряжённо-деформированного состояния в очаге деформации. При деформировании заготовки усилием, приложенным одновременно несколькими радиально перемещающимися бойками, реализуется схема неравномерного всестороннего сжатия, при этом очаг деформации сосредоточен в областях поковки, находящихся непосредственно в зоне действия инструмента. Благодаря чередованию обжатий с кантовками металл подвергается циклическому формоизменению и в результате накопленная суммарная деформация может превысить среднюю деформацию, определяемую уковом. Кроме того, дробность деформации предопределяет лучшую деформационную проработку элементов исходной структуры металла.

Однако применение РОМ экономически целесообразно при массовом производстве поковок с удлиненной осью из легированных сталей и сплавов. Эти машины относятся к узкоспециализированным машинам, предназначенным только для выполнений операций протяжки. В связи с этим их использование на машиностроительных заводах с широкой номенклатурой поковок не всегда экономически выгодно. Также необходимо учитывать, что использование РОМ требует значительных финансовых затрат на техническое перевооружение и реконструкцию, что не всегда является целесообразным.

В настоящее время идёт активный поиск новых технических решений, позволяющих интенсифицировать процесс протяжки и улучшить качество изготовляемых поковок без замены основного оборудования, путём использования имеющегося. Одним из весьма перспективных направлений является применение четырехсторонней ковки слитков с применением специальных ковочных устройств, конструкция которых в общем виде приведена на рис. 1.

Использование данного блока для ковки обычных углеродистых сталей и специальных труднодеформируемых сталей и сплавов, обеспечивает: глубокую проработку структуры металлов по всему сечению заготовки; отсутствие разрывов в сердцевине поковок; хорошее качество поверхности поковок; значительную экономию материалов из-за высокой размерной точности поковок и низких припусков на механическую обработку; гибкость в работе, достигаемую посредством регулировки величины хода бойков и подач; номинальное усилие ковки на всём ходу бойков; выполнение ковки за один нагрев заготовки и т.д. При этом сокращается машинное время ковки на 35-65%, что позволяет увеличить объём производства поковок в 1,7 - 2,5 раза; получаются геометрически точные поковки круглого и квадратного (с острыми кромками) сечений с уменьшенными на 25 - 30% допусками и припусками, а уменьшение припусков на 25 - 30% позволяет экономить 40 - 70 кг металла на 1 т поковок диаметром 200 - 400 мм, поставляемых на экспорт после их обдирки на металлорежущих станках; сокращаются затраты энергии на единицу поковок не ме-

нее чем в 1,5 раза; обеспечивается высокое качество металла поковок.

К недостаткам четырехбойковых ковочных устройств необходимо отнести высокую стоимость и сложность изготовления по сравнению с традиционным кузнечным инструментом, что не позволяет интенсивно внедрять данные устройства в производство.

Применение нового кузнечного оборудования и специальных ковочных устройств является не единственным путём улучшения качества получаемых поковок и увеличения производительности. В настоящее время увеличилось количество исследований и прикладных технических решений,

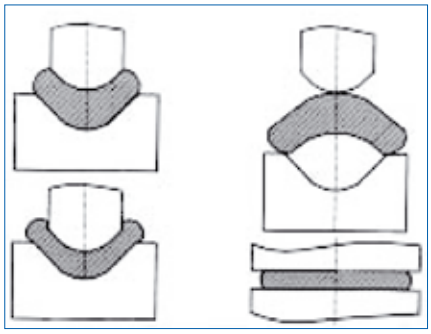


Рис. 4. Схема ковки в V-образных бойках

направленных на использование необычных эффектов, возникающих в процессе деформации, реализуемых с наложением на обрабатываемую заготовку макросдвигов, т.е. сдвигу подвергают одну часть заготовки относительно другой её части. Применение таких методов ковки позволяет получать поковки с качественной макроструктурой при значительно меньших степенях укова (не более 2) и более высокими механическими свойствами при равных степенях укова. Приводятся следующие обобщенные технические характеристики принципиальных способов воздействия на макроструктуру путём регулирования потоков пластического течения металла:

- увеличение количества потоков вытеснения металла в очаге деформации с целью интенсификации проработки металла в осевой зоне и по всему поперечному сечению слитка при ковке;

- изменение направления потоков вытеснения металла относительно главных осей изделия, в частности, путём ковки с непрямолинейным фронтом подачи;

- накопление эффектов изменения направления течения металла с целью регулирования анизотропии металла;

- регулирование пластических потоков за счёт изменения соотношения площадей свободных и контактных поверхностей, а также за счёт изменения конфигурации свободных поверхностей заготовки;

- реализация дополнительных макросдвигов в очаге деформации.

Ковка заготовок с применением макросдвигов активно внедряется на предприятиях СНГ. Так, на заводе «Днепроспецсталь» разработан и внедрён способ радиального обжатия с увеличенными подачами из стали Р6М5К5, который позволил: увеличить производительность до 16%; улучшить проработку структуры металла; уменьшить коэффициент анизотропии механических свойств на 40%.

Также производится разработка кузнечной оснастки, применение которой позволит добиться эффекта «макросдвиговой деформации» на традиционном ковочном оборудовании. Разработаны и предлагаются к использованию специальные кузнечные бойки, применение которых позволяет получить макроструктуру металла со скрученными волокнами, что позволяет значительно увеличить механические свойства металла при изготовлении поковок (см. рис. 2).

Учёными Московского института сталей и сплавов предложен ряд бойков, конфигурация которых обеспечивает в поковке дополнительные плоскости сдвига, что позволяет улучшить проработку структуры поковки и уменьшить анизотропию механических свойств (см. рис. 3).

Применение специальных V-образных бойков (рис 4.) для ковки плит предложено специалистами ДГМА. Использование такого инструмента позволило не только улучшить качество структуры металла поковок, но и увеличить производительность.

Регулировка движения макропотоков при кузнечных операциях может осуществляться путём использования, как специального инструмента, так и специальной заготовки. Данный принцип реализован на Электростальском заводе тяжёлого машиностроения путём использования заготовок с тремя расположенными под углом 120° выступами (рис. 5).

Разработан также способ ковки путём изменения направления потоков вытеснения металла. Суть технологии заключается в следующем: обжатия (ε) ведут за два прохода; в первом проходе единичное обжатие каждой части заготовки производят с её ориентированием под углом к оси ковки; перед единичным обжатием каждой части заготовки во втором проходе изменяют положение оси заготовки путём её размещения симметрично положению в первом проходе относительно оси ковки.

Применение этого способа ковки позволяет повысить качества металла поковок, ускорить преобразование дендритной крупнозернистой структуры в мелкозернистую, получить минимальную анизотропию механических свойств при небольшом коэффициенте укова.

Выводы

В настоящее время перспективами кузнечно-прессового производства является развитие нескольких путей улучшения качества поковок из труднодеформируемых и малопластичных сталей и сплавов, выбор которых обусловлен конкретными условиями производства и экономической целесообразностью для отдельных предприятий. Для выбора технологического процесса и определения оптимальных технических решений рационален индивидуальный подход к каждой поковке. В качестве общих рекомендаций предлагается при массовом и крупно-

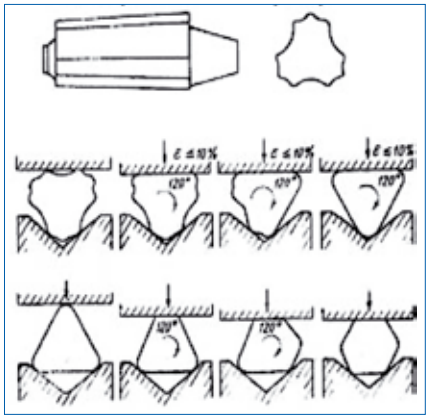


Рис. 5. Трехлепестковый слиток и схема его ковки в комбинированных бойках

серийном производстве максимально внедрять РОМ и другие типы нового кузнечного оборудования.

При мелкосерийном производстве максимальный экономический эффект достигается применением новой кузнечной оснастки и инструмента, а также использованием исходной заготовки специальной формы, получение которой возможно как способами литья, так и кузнечными операциями. Перспективным направлением представляется разработка новых приёмов и способов ковки, позволяющих улучшить качество поковок без привлечения дополнительных капитальных вложений.

О. В. Василевский

IX МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2010

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

МЕТАЛЛО-ОБРАБОТКА
МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ

УКРПЛАСТ ТЕХ
ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС

ГИДРАВЛИКА ПНЕВМАТИКА

УКРПРОМ АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ, ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ, ЛАБОРАТОРНОЕ И ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА
СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

УКРМАШ ТЕХ
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ

УКРВТОР ТЕХ
КОМИСИОННАЯ ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ

ПОДШИПНИКИ

УКРСВАРКА
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

СУБКОНТРАКТЫ
РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАКАЗОВ ПО КООПЕРАЦИИ

Генеральные информационные партнеры:

Технический партнер:

RentMedia

ufi Approved Event

ОРГАНИЗАТОРЫ:
Министерство промышленной политики Украины
ООО "Международный выставочный центр"
Украинская Национальная Компания "Укрстанкоинструмент"

23–26 НОЯБРЯ 2010 г.

+380 44 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: lilia@iec-expo.com.ua
www.tech-expo.com.ua

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
Украина, Киев, Броварской пр-т, 15
"Левобережная"

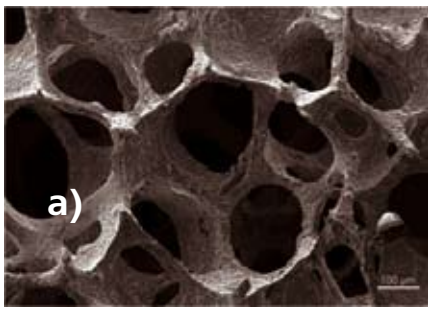
Информационная поддержка:

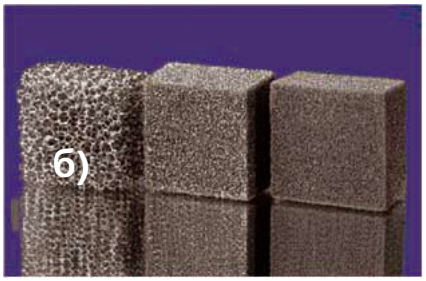
Металлические ячеисто-каркасные отливки – по природным аналогам

Каркасные и ячеистые металлические конструкции предложено отливать по газифицируемым пенопластовым моделям, выполняя их в соответствии с аналогами из живой и неживой природы. Такие изделия на 50-90% легче компактных материалов, их с полным правом можно отнести к «материалам будущего» с огромным потенциалом применения.

Frame and cellular metal designs are offered for casting on gasifiable foam models, producing them according to analogs from the live and lifeless nature. Such products are easier on 50-90 % than compact materials, they can be considered as "the materials of future" with huge potential of application.

Литьем по газифицируемым моделям (ЛГМ) называется процесс, при котором пенопластовая модель в форме из сухого песка замещается расплавленным металлом и образует высокоточную отливку. При ЛГМ исключается применение связующих для песка, а прочность формы достигается за счет вакуумирования – перепада между атмосферным давлением и внутриформенным разрежением.





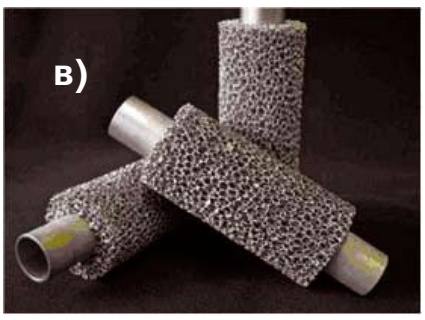


Рис. 1. а) Полиуретановая пена со сквозными порами (увеличено), размер ячейки до 2,5 мм; б) Образцы литой пены из нержавеющей стали 316L с размером ячейки 20,45 и 60 ppi; в) Трубчатые теплообменники со стальной пеной (сталь 316L, ячейка шириной 20 ppi)

Производственный потенциал технологии ЛГМ относительно создания новых материалов и конструкций далеко не исчерпан. Этому способствует, в частности, исключительная легкость обработки пенопластов, особенно с помощью совершенных, сравнительно дешевых и компактных 3-D фрезеров (вплоть до настольных), которые, повинуясь программе, вырезают из плиты пенопласта все, что изображено на экране монитора. Это позволяет не только быстро получить модель отливки, но сразу и модель пресс-формы с автоматическим учетом припусков и размеров нескольких технологических переделов. Другими словами, нарисовал на экране компьютера металлическое изделие (деталь) – получил модель пресс-формы, по этой модели отлил пресс-форму, по ней получай тысячи моделей и лей из металла тысячи деталей. Если отливку пресс-формы из алюминия поставить на 3-D фрезер, он проверит ее размеры и механообработкой доведет до требуемой точности и чистоты поверхности. Другой вариант — большая гамма высокопроизводительных пластавтоматов для получения по указанным пресс-формам любых серий пенопластовых моделей.

В последние годы метод ЛГМ открыл перед учеными целый спектр еще не исследованных возможностей. Примером могут служить проведенные в Германии работы по изготовлению стальной пены литьем по выжигаемым моделям в формах со связующим (отчет за 2005 год Fraunhofer Institute for Manufacturing Technology and Applied Materials Research, IFAM, Dresden). На сайте института размещены фотографии полиуретановой пены с открытыми порами размерами до 2,5 мм (рис. 1а), которая служит выжигаемой моделью для литья стальной пены, а также образцы литой пены из нержавеющей стали 316L с размером ячейки 20, 45 и 60 ppi (рис. 1б) и трубчатые теплообменники со стальной пеной (сталь 316L) с ячейкой размером 20 ppi (рис. 1в).

Ячеистые материалы расширяют существующий спектр свойств, так как они на ~50-90% легче компактных материалов, а стальная пена имеет минимальную пористость ~80% и высокую для данного уровня пористости конструкционную прочность и жесткость. Однако, промышленное использование полиуретановой пены в качестве модели с размером пор не выше 2,5 мм, по нашему мнению, ограничивает размеры получаемой металлической пены как ячеистого материала, кроме того, на ней трудно стабильно получать одинаковые функциональные свойства (проницаемость двух одинаковых образцов различна).

Оценив технические возможности изготовления такой пены и сотовых конструкций в отечественных условиях, специалистами ФТИМС НАН Украины был разработан ряд новых конструкций моделей для ЛГМ, поскольку описанный в указанной работе процесс ее получения включает длительные энергоемкие операции (выжигание модели, прокаливание формы), подобные литью по выплавляемым моделям. Получение полиуретановой пены со стабильными размерами ячеек и толщиной перегородок затруднительно, так же, как пролить тонкие перегородки пены без спекания металла с формировочной смесью со связующим, что может нарушить однородность структуры металлической пены. Во ФТИМС ра-

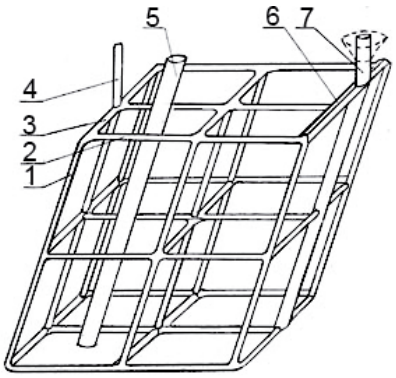


Рис. 2. Модель пространственной решетки. 1, 2 и 3 — перемычки; 4 — выпор; 5 — пористый трубопровод; 6 — шлакоуловитель; 7 — стояк.

нее получали образцы медной пены методом нанесения меди на гранулы полистирола с последующим их выжиганием, но производство металлической пены и сотовых материалов литьем предпочтительнее с точки зрения промышленного внедрения.

Такие материалы имеют потенциал для применения как несущие, армирующие, изолирующие, ограждающие, демпфирующие удары конструкции, способные взаимодействовать с объемом или потоком вещества или энергии. Они применимы для очистки газов, жидкостей, глушителей шума, датчиков систем давлений, взрыво- и пламяпреградителей, адсорбционных, акустических, отопительных, теплообменных устройств, элементов источников тока, катализаторов, электродов, для сверхлегких конструкций, в том числе для летательных и космических аппаратов, и как костяк для композиционных материалов.

В отличие от указанной технологии во ФТИМС в настоящее время созданы и патентуются варианты литья металлов с открытой пористостью в вакуумируемые формы из сухого песка без связующего по пенопластовым моделям. Модели выполнены в виде пространственных решеток, в частности, напоминающих изображение кристаллических решеток в кристаллографии (рис. 2). При этом участки между узлами ячеек литейной модели заполнили перемычками (перегородками), а сами узлы стали служить соединениями (или скрещиваниями) перемычек.

При изготовлении модели решетки, подобной изображению на рисунке 2, повторяющиеся элементы из пенополистирола получают спеканием в пресс-форме, или вырезанием из блока (в единичном производстве). Такое выполнение модели гарантирует получение сквозных пор или полостей, которые заполняют сухим песком при формовке. Для изготовления в заданном месте пористой модели монолитного участка или стенки этот участок или несколько перемычек обматывают синтетической пленкой, предотвращая доступ песка в эту зону модели, заполняемую впоследствии металлом.

Каждая из пор литого материала, полученного по таким моделям, имеет точные стабильные размеры, форму, пространственную ориентацию в материале, периодичность повторения, толщины стенок и перемычек (в отличие от полиуретановой пены), поскольку модель выполняется по чертежам и изготовляется чаще всего в точной металлической пресс-форме, предпочтительно на пластавтоматах.

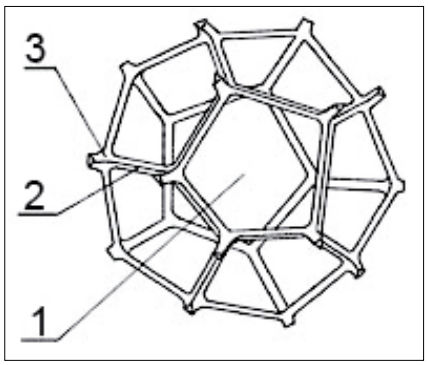


Рис. 3. Модель в виде пентагонального додекаэдра. 1 — открытые сквозные полости, 2 — ребро, 3 — точка соединения четырех ребер

Расширению служебных свойств материала будет способствовать, например, введение в его поры при сборке модели вставок из другого материала, которые остаются в литой конструкции. Полости и перемычки литого материала могут выполняться различных размеров и форм, с разным их чередованием. Прочностные характеристики материала будут иметь некоторую корреляцию с параметрами кристалла, кристаллическая решетка которого копируется, а металл литых тонких (3...8 мм) перемычек, как правило, в 1,2...1,4 раза прочнее, чем толстостенных (15...40 мм) из-за образования в тонких телах преимущественно мелкозернистой структуры.

В отдельных случаях, во избежание образования трещин от напряжений, вызванных усадкой металла, некоторые или все перемычки литого материала могут выполнять криволинейными, например S-образными, а стенки неплоскими. Такое «улучшение структуры» копируемых природных конструкций при создании наших материалов повышает служебные свойства последних, когда важно достичь большой удельной площади поверхности при применении их для электродов, теплообменников, катализаторов, и т. п. Для сборки нескольких литых каркасных деталей в одну конструкцию на свободных концах перемычек этих деталей могут быть выполнены литьем средства монтажа, либо предусмотрена возможность сваривания, в том числе, с изделиями из проката. А литейную модель фасонного изделия из ячеистых материалов можно формировать при ее сборке из элементов, либо вырезать из собранного ячеистого пенопластового блока, например, нихромовой проволокой.

Рассмотрим конструкцию сотовой металлической пространственной структуры в виде крупноячеистой пены из повторяемых элементов, разработанную во ФТИМС. В этой конструкции использованы геометрические правила, описанные бельгийским ученым Ж. Плато и определяющие структуру пены как самопроизвольно образуемой природной структуры.

На рис. 3 показан пример участка литейной одноразовой (пенополистироловой) модели, подобной типичной ячейке монодисперсной пены в виде многогранника пентагонального додекаэдра с открытыми сквозными полостями 1, расположенными в каркасе из ребер 2 этих ячеек. Эта ячейка модели аналогична мелкоячеистой модели из пенополиуретана (рис. 1а). Ребра представляют собой взаимосвязанную систему, в которой в одной точке 3 сходятся по четыре ребра. Если в каждом ребре многогранника–ячейки пены сходятся три пленки, углы между

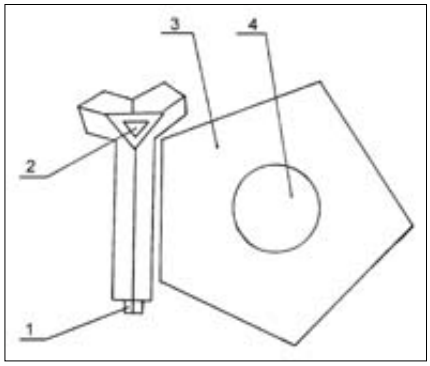


Рис. 4. Повторяющийся элемент модели для сборки каркаса ребер. 1 — шип, 2 — паз

которыми равны и составляют 120°, то при построении модели в базовом варианте на гранях многогранника пленку не выполняют, оставив одни ребра и получив из них каркас.

Согласно правилам Плато, ребра представляют собой взаимосвязанную систему, пронизывают весь каркас пены и при схождении четырех ребер в одной точке образуют по всей пене одинаковые углы 109°28'.

На рис. 4 показан пример повторяющегося элемента для сборки каркаса из треугольных ребер с использованием соединения «шип-паз» (шип 1 и паз 2). Этот элемент, как и другие части модели, может быть выполнен из пенополистирола, других пористых пенопластов, льда, парафина и других материалов для удаляемых одноразовых литейных моделей. Для засыпки формовочного песка, по крайней мере, одно отверстие пятиугольного сечения в каждом или в некоторых из ячеек выполняют открытым, а остальные или по крайней мере одно при сборке модели могут закрывать пластинами 3 или пленками, расположенными между угловыми ребрами треугольных в сечении ребер.

На рис. 4 рядом с элементом-ребром показана плоская пластина 3, которая крепится к ребрам и закрывает пятиугольное отверстие (грань ячейки) или может быть выполнена для использования в качестве шаблона, вокруг которого смыкаются в пятиугольник ребра. В торце пластина 3 может иметь по периметру клинообразную борозду, по которой удобно ориентировать ребра или крепить ее к ребрам, а также может иметь отверстие 4 круглой или другой формы и в заданном количестве. Аналогично пластине может использоваться пленка для закупоривания пятигранного отверстия.

Таким выборочным закрыванием граней при сборке модели можно регулировать проницаемость конструкции. Если требуется продувать, например, воздухом ячеистую конструкцию в одном прямолинейном направлении (а в других направлениях проход не желателен), то две (противоположные) грани в каждой ячейке, имеющие в этом направлении наибольшее проходное сечение, должны быть открытыми, а все остальные закрытыми. Полным или частичным закрыванием отдельных граней можно создавать различную траекторию движения вещества в порах ячеистого материала. Причем закрываться грани ячеек могут пластинками из металла, частично вставленными в тела ребер модели. После заливки и замещения металлом модели или полости от модели металл ребер охватывает металл пластинок или сплавляется с ним.

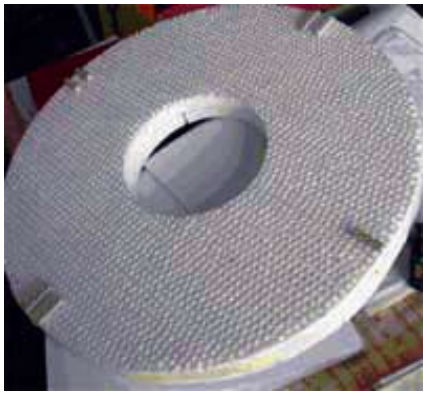


Рис. 5. Модель детали колосника печи

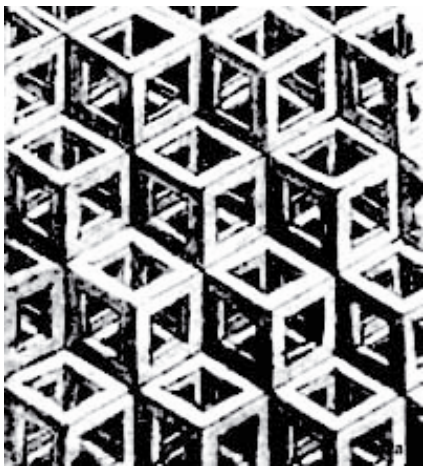


Рис. 6. Рисунок Леонардо да Винчи

Рис. 7. Рисунок художника Эшера

Завершая тему о пенообразных конструкциях, процитируем информацию из Википедии (http://ru.wikipedia.org): «Результаты наблюдений в августе 2006 года во время нанесения на карты областей распределения темной материи в скоплении галактик Cl 0024+17 (ZwC10024+1652) свидетельствуют о том, что Вселенная представляет собой набор бесконечно повторяющихся додекаэдров». Если уж галактики обладают пеноподобной структурой, то и нам не грех «взять на вооружение» подобные конструкции, тем более, что их так удобно получать литьем из металлов и сплавов.

Предложенные новые модельные конструкции из элементов допустимых размеров (от нескольких до сотен миллиметров и более), с возможностью получения этих элементов на пластавтоматах, упростят конструирование ячеистых материалов, которые обычно называют «материалами будущего». На фотографии (рис. 5) в качестве примера применения пористых отливок показана модель кольцеобразной детали диаметром около 600 мм, которая имеет сквозные отверстия конусной формы по всему своему телу, тем самым, представляя собой относительно простой вариант пористой конструкции. Диаметры одинаковых конусных отверстий имеют размеры: максимальный 5 мм, минимальный 2 мм. Эта деталь служит колосником промышленной печи для сжигания сухой соломы и камыша как альтернативных источников энергии. Литье таких деталей другими способами, кроме ЛГМ, со сравнимой экономичностью, практически невозможно.

Пространственные решетчатые конструкции во все времена имели «магнетическую способность» притягивать внимание художников, конструкторов и архитекторов. Для чего рисовали свои будоражащие воображение пространственные решетки и прославленный Леонардо да Винчи (рис. 6), и его менее известный коллега Мауриц Эшер? Не для того ли, чтобы мы, в конце концов, сумели разработать технологию их изготовления, причем наиболее пригодным из многих способов создания таких конструкций явилось литье, обладающее возможностью «объемной» формовки.

ЛГМ — по его потенциалу! — можно смело отнести к технологиям будущего, особенно выигрышна эта технология для стран с замкнутым металлургическим циклом (среди которых находится и Украина), получающих металл из собственных руд и способных перевести его в высокотехнологичный наукоемкий товар.

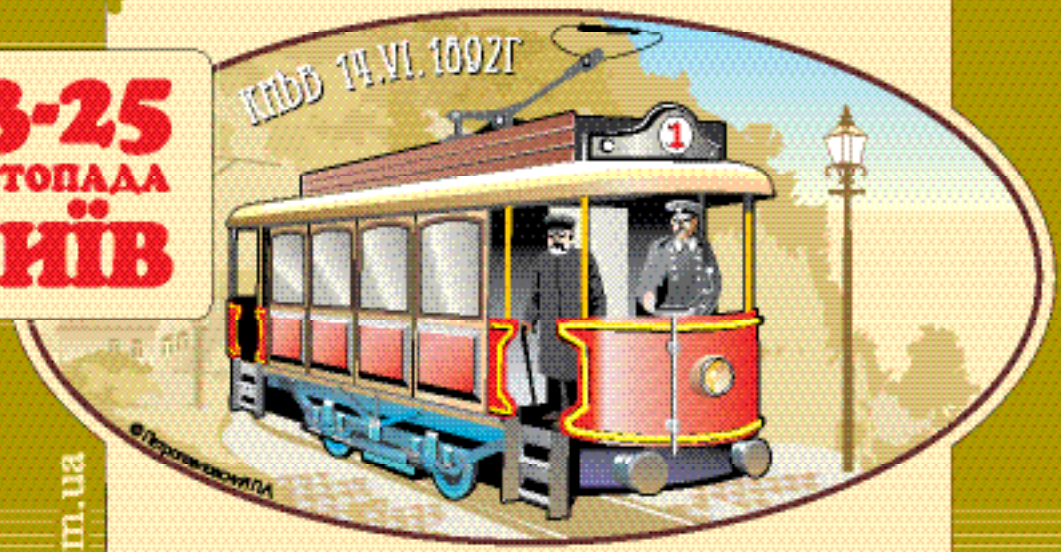
В. С. Дорошенко

AISS AUTOMATICA

AISS-AUTOMATICA-2010

АВТОМАТИЗАЦІЯ: ЗАСТОСУВАННЯ, ІННОВАЦІЇ, РІШЕННЯ, СИСТЕМИ

23-25 ЛИСТОПАДА КИЇВ



www.aiss-automatica.com.ua

ОРГАНІЗАТОР

SMART EXPO

МІСЦЕ ПРОВЕДЕННЯ

ACCO International since 1992

г. Київ
проспект Победи
40-5

ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА

Перспективные технологии создания диффузионных покрытий на сталях

В статье представлена комбинированная технология поверхностного упрочнения конструкционных сталей, включающая локальное лазерное легирование, металлизацию и азотирование.

In the article the combined technology of superficial hardening of the constructional steels, including local laser alloyage, metallization and nitriding is presented.

Ответственные детали, от сердцевины которых требуется высокая ударная вязкость, а от поверхности — высокая твердость и износостойкость, обычно изготавливаются из легированных сталей и подвергаются поверхностному упрочнению — цементации, азотированию, нитроцементации и др. В автомобиле одной из таких деталей является полуось. Как правило, полуоси изготавливаются из среднеуглеродистых или среднеуглеродистых низколегированных сталей 35, 40, 40Х, 38ХГС.

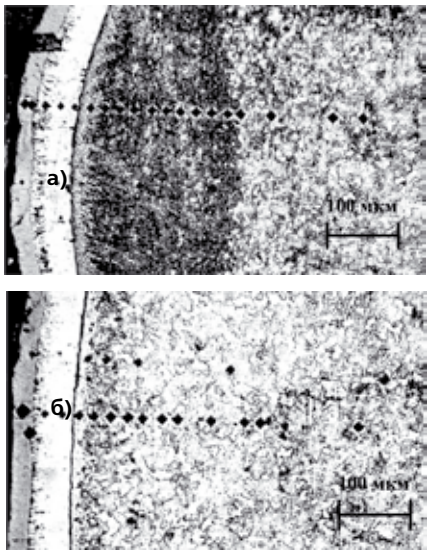


Рис. 1. Микроструктуры стали 40Х после лазерного легирования и металлизации:
а — в зоне лазерного легирования,
б — вне зоны лазерного легирования

Анализ отказов полуосей показал, что поломки возникали из-за износа поверхности шлицевых соединений. Полуось, которую использовали для исследований, была изготовлена серийно на ижевском заводе из стали 40Х по стандартной схеме термообработки, и после ее упрочнения механическая обработка не предполагается. Стандартной термообработкой такой стали является улучшение. Полученная после закалки и высокого отпуска структура сорбита зернистого имеет повышенную ударную вязкость, низкую твердость и износостойкость, что приводит к быстрому износу поверхности шлицевого соединения.

Для повышения твердости и износостойкости необходимо получить на поверхности изделия слой, обладающий свойствами высоколегированной стали. Известно, что модифицирование поверхности осуществляется либо диффузионной металлизацией, либо поверхностным легированием с использованием источника высококонцентрированной энергии, например, при лазерном нагреве.

Диффузионная металлизация проводится в печи при температуре 950-1050°С. Толщина металлизированного слоя невелика — 50-70 мкм, причем концентрация легирующего элемента резко снижается от поверхности вглубь. Кроме того, при высоких температурах нагрева растет зерно аустенита и возможна деформация изделия. Поэтому необходимо проведение дополнительной термической и механической обработки, что усложняет технологический процесс. Легирование при лазерном нагреве позволяет получать слои толщиной до 300 мкм при импульсном воздействии и до 700-800 мкм при непрерывном. При этом распределение легирующего элемента в зоне лазерного воздействия равномерно по всей толщине. Высокие скорости нагрева и охлаждения приводят к образованию неравновесных структур с высокой микротвердостью. Недостатком лазерного легирования являются неблагоприятные растягивающие остаточные напряжения на границе между зоной лазерного воздействия и материалом матрицы, приводящие к образованию трещин в процессе эксплуатации. Напряжения можно

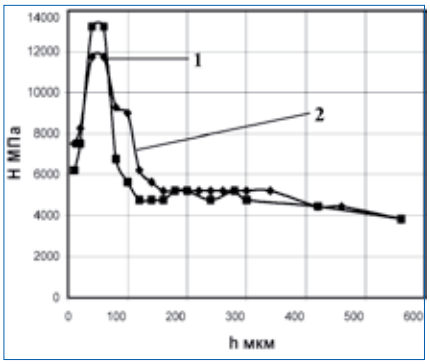


Рис. 2. Распределение микротвердости по толщине стали 40Х после металлизации:
1 — вне зоны лазерного легирования,
2 — в зоне лазерного легирования

уменьшить дополнительным нагревом, при этом снижается твердость упрочненных слоев.

Также известно, что повышение износостойкости высоколегированных сталей достигается азотированием за счет образования дисперсных нитридов легирующих элементов.

С учетом изложенного, для решения поставленной задачи предлагается комбинированная технология, сочетающая в себе перечисленные способы поверхностного упрочнения среднеуглеродистых сталей:

- локальное легирование поверхности стали при лазерном нагреве;
- металлизация в печи при пониженных температурах;
- азотирование.

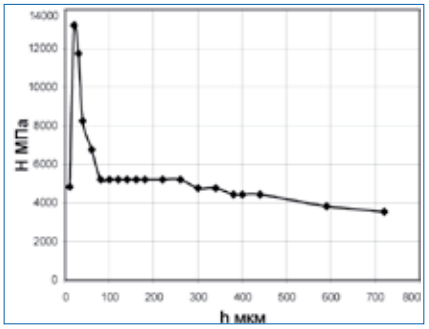


Рис. 3. Распределение микротвердости по толщине стали 40Х после металлизации без лазерного легирования

Методика проведения исследований

Перед обработкой необходимо подготовить поверхность изделия, т.е. должна быть проведена полностью механическая обработка, в том числе и финишные операции. Затем на поверхность наносится шликерная обмазка, состоящая из:

- порошка легирующего элемента (Cr, Ti, Ni, A1, и др);
- галогенида (например, $CrC1_2$, NH_4C1) для ускорения транспортных реакций при металлизации;
- порошка активированного угля, препятствующего образованию оксидных пленок, которые замедляют процесс металлизации;
- в качестве связующего вещества используется цапонлак.

Локальное легирование проводили на импульсном лазере «Квант-15» с мощностью 10 Дж и длительностью импульса 4 мс.

После лазерного легирования восстанавливали целостность шликерной обмазки, так как после лазерной обработки она нарушилась.

Металлизацию проводили в печи при температуре 700°С в среде диссоциированного аммиака в течение 3 часов с последующим охлаждением в печи. Азотирование проводили при t =570°С в течение 3 часов со степенью диссоциации аммиака 30%.

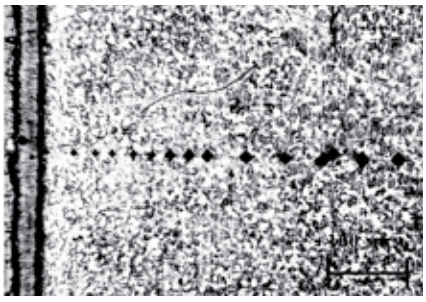


Рис. 4. Микроструктура стали 40Х после металлизации с последующим азотированием

Микроструктуры шлифов исследовали на микроскопе Axiovert 25 CA. Измерения микротвердости упрочненных слоев проводили по стандартной методике на микротвердомере ПМТ-3 при нагрузке 50 г.

Результаты работы

Лазерное легирование является промежуточной стадией, которая позволяет создать локальные участки модифицированной поверхности. В рассматриваемом случае (шлицевые соединения полуосей) большое значение имеет величина образующихся после лазерного легирования наплывов, поскольку технология не предусматривает последующей механической обработки. Поэтому режим лазерного легирования выбирали таким образом, чтобы глубина переплава была минимальной, — это позволит минимизировать неровности поверхности. Легированные зоны являются дополнительным источником, от которого в процессе металлизации происходит диффузия легирующего элемента как на поверхности, так и в глубь детали. Это позволило снизить температуру процесса металлизации до 700°С и сократить длительность насыщения до 3 часов.

В процессе металлизации галогенид, находящийся в шликере, распадается на ионы галогена и Ме или NH_4 и на поверхности детали происходит реакция $CrCl_2+Fe\leftrightarrow \sim Cr+FeCl_2$.

В результате поверхность детали насыщается легирующим элементом, причем диффузия начинается от зон лазерного легирования и идет как по поверхности, так и в глубь детали, что позволяет получить диффузионный слой толщиной 100 мкм на всей поверхности вне зависимости от сложности ее геометрии. На рис. 1 представлены микроструктуры стали 40Х после металлизации в зоне лазерного легирования (рис. 1, а) и вне её (рис. 1, б).

Для сравнения были проведены исследования стали 40Х, подвергнутые металлизации по тем же режимам, но без лазерного легирования. В этом случае толщина диффузионного слоя не превышает 40 мкм.

Результаты дюрометрических исследований представлены на рис. 2, 3. Из графиков распределения микротвердости по толщине видно, что твердость металлизированного диффузионного слоя с предварительным лазерным легированием и без него отличается незначительно и составляет 12000-13000 МПа.

Микротвердость поверхности значительно выше, чем в сердцевине, и сопоставима с твердостью закаленной легированной стали. Также следует отметить, что глубина слоя эффективного упрочнения (с твердостью выше 5000 МПа) составляет около 120 мкм в первом случае (рис. 2) против 60 мкм во втором (рис. 3).

Для достижения более высокого уровня упрочнения, а следовательно, износостойкости, способности к прирабатыванию, снижения коэффициента трения после металлизации проводили азотирование. Известно, что ε-фаза, образующаяся на поверхности в процессе азотирования, обеспечивает хорошую прирабатываемость, снижает коэффициент трения и повышает задиростойкость изделий.

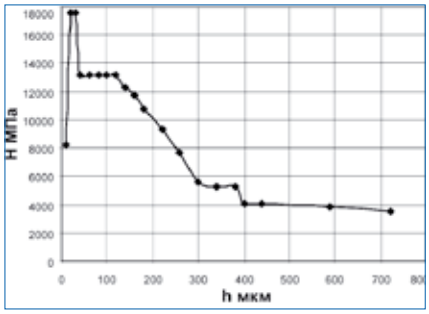
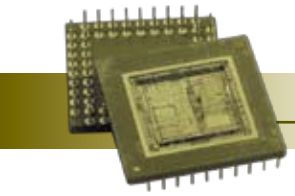


Рис. 5. Распределение микротвердости по толщине металлизированной стали 40Х с последующим

Микроструктура азотированной металлизированной стали 40Х представлена на рис 4. Азотирование металлизированной стали 40Х повышает микротвердость упрочненного слоя до 18000 МПа (рис. 5). Видно, что под металлизированным слоем твердость достаточно высока 13000 МПа, что невозможно достичь в предлагаемой технологии без азотирования. При этом толщина слоя эффективного упрочнения (с твердостью выше 10000 МПа) составляет порядка 200 мкм, что больше слоя эффективного упрочнения после лазерного легирования и металлизации без последующего азотирования. По-видимому, это связано с дальнейшей диффузией легирующего элемента вглубь и образованием дисперсных нитридов в процессе азотирования.

Результаты проведенных экспериментов показали, что предложенную технологию упрочнения стали 40Х по указанным режимам можно рекомендовать для упрочнения полуосей.

О. В. Чудина, *д.т.н.,*
В. А. Александров, *к.т.н.,*
А. А. Брежнев



Повышение износостойкости трущихся поверхностей пар трения

Авторами статьи исследованы износостойкость и нанотвердость трущихся поверхностей пар трения, изготовленных из стали 45 и 38ХМЮА, с разным видом покрытия и без покрытия. Обоснован выбор стали и тип покрытия, обеспечивающие наименьший износ и высокие показатели нанотвердости.

The article's authors investigated the wear resistance and nanohardness of the wear surfaces of friction pairs made of steel 45 and 38XMUA, with a miscellaneous kind of coverings and without covering. The choice of steel and type of the covering providing the least deterioration and high indicators of nanohardness is proved.

В настоящее время актуальной является разработка высокоэффективных технологических процессов повышения надежности объемных гидроприводов, занимающих значительное место в машинах различного назначения. Опыт эксплуатации этих машин показал, что основной причиной выхода из строя является изнашивание рабочих поверхностей контртел прецизионных узлов трения.

В узлах трения износ поверхностей трения зависит от таких факторов, как природа поверхностей трения, интенсивность изнашивания, режим нагружения, смазочный материал. В связи с этим большое внимание уделяется проблемам повышения противоизносных свойств поверхностей пар трения. Выбор материалов представляет собой трудную задачу и зависит от конструкции и назначения узла, условий эксплуатации, срока службы. В связи со сказанным, целью данной работы было изыскание метода повышения износостойкости трущихся поверхностей пар трения.

Для исследования была выбрана сталь 45, которая в настоящее время широко используется для изготовления деталей гидропривода. Кроме того, исследовалась сталь 38Х2МЮА — в качестве альтернативы используемой в настоящее время стали.

Образцы из стали 45 подвергались закалке и низкому отпуску. Часть образцов подвергалась карбонитрации. Образцы из стали 38Х2МЮА изучались после улучшения (закалки и высокого отпуска). На часть образцов наносилось плазменное покрытие методом КИБ, технология которого основана на взаимодействии ионов и других энергетических частиц, полученных в низкотемпературной плазме, с поверхностью твердого тела. Результатом взаимодействия потока частиц в разряженной среде с поверхностью является осажденная пленка.

При выборе плазменного покрытия остановились на нитриде титана (TiN), поскольку он имеет высокие прочностные характеристики. Его коэффициент термического расширения близок по величине коэффициенту термического расширения экономно легированных сталей, используемых в качестве подложки. Нанесение покрытий осуществлялось на установке «Булат-3Т».

Таблица. Результаты износных испытаний

Материал диска	Материал колодки	Износ диска, г (средний по трем испытаниям)	Износ колодочки, г (средний по трем испытаниям)
сталь 45	СЧ20	0,0046	0,0026
сталь 45 с карбонитрацией	СЧ20	0,0040	0,0018
сталь 38Х2МЮА	СЧ20	0,0025	0,0015
сталь 38Х2МЮА с азотированием	СЧ20	0,0013	0,0008
сталь 38Х2МЮА с покрытием TIN	СЧ20	0,0009	0,0050

Износные испытания проводились на машине трения СМЦ-2, которая позволяет провести сравнение испытуемых материалов на износостойкость по схеме «ролик-колодочка». Износ образцов определялся по потере массы за время испытания путем взвешивания на аналитических весах с точностью до 10^{-4} г.

Определение нанотвердости проводилось по методике Оливера и Фарра по глубине отпечатка при максимальной нагрузке на индентор. Испытания проходили в институте сверхтвердых материалов НАН Украины на приборе Nano Indenter II, оснащенном алмазным индентором Берковича, заточенным в форме трехгранной пирамиды. Модуль упругости определяли по кривой разгрузки индентора.

Результаты проведения износных испытаний представлены в таблице. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что износ стали 38Х2МЮА в 2 раза меньше, чем стали 45. Нанесение карбонитридного покрытия на сталь 45 уменьшает износ на 10%.

Азотирование стали 38Х2МЮА уменьшает износ в 2 раза. Еще больший эффект наблюдается при нанесении покрытия TiN на сталь 38Х2МЮА, когда износ уменьшается почти в 3 раза. Износ же стали 38Х2МЮА с покрытием TiN в 4,5 раза меньше, чем стали 45 с карбонитридным покрытием.

Механические свойства оценивались с помощью определения нанотвердости. Прибор Nano Indenter II измеряет не глубину отпечатка, а перемещение индентора h, которое является суммой нескольких слагаемых — глубины контакта h_c, упругого прогиба поверхности образца на краю контакта h_s упругого прогиба силовой рамы h_f, теплового расширения стержня, в котором закреплен индентор h_{td}:

$$h = h_c + h_s + h_f + h_{td}$$

Нанотвердость и модуль упругости образца определялись по глубине контакта h_c при максимальной нагрузке P_{max}. Упругий профиль h_s при максимальной нагрузке на краю отпечатка находили по формуле

$$h_s = \varepsilon P_{max}/S,$$

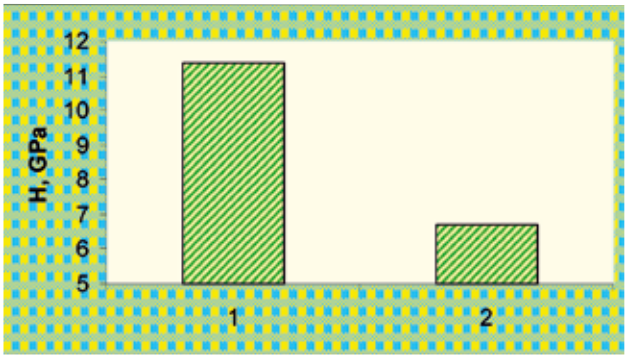


**Рис. 1. Гистограммы нанотвердости при нагрузке 10 мН:
1 — плазменного покрытия, нанесенного на сталь 38ХМЮА;
2 — карбонитридного покрытия, на сталь 45**

где ε - коэффициент, зависящий от формы; S — жесткость контакта.

Твердость определялась по глубине отпечатка при максимальной нагрузке

$$H = P_{max} / A$$

На рис. 1 - 5 показаны результаты вычисления нанотвердости. Как следует из гистограмм, представленных на рис. 2, нанотвердость стали 38ХМЮА с плазменным покрытием

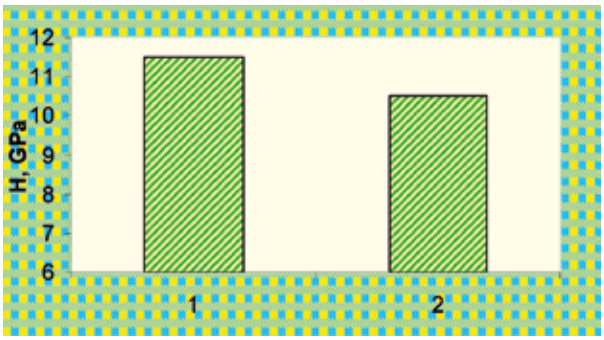


Рис. 2. Гистограммы нанотвердости плазменного покрытия, нанесенного на сталь 38ХМЮА; 1 — нагрузка 10 мН, 2 — нагрузка 50 мН

в 2 раза выше, чем нанотвердость стали 45 с карбонитридным покрытием. Проведенные исследования также показали, что увеличение нагрузки в 5 раз с 10 мН до 50 мН несущественно влияет на значения нанотвердости (рис. 2).

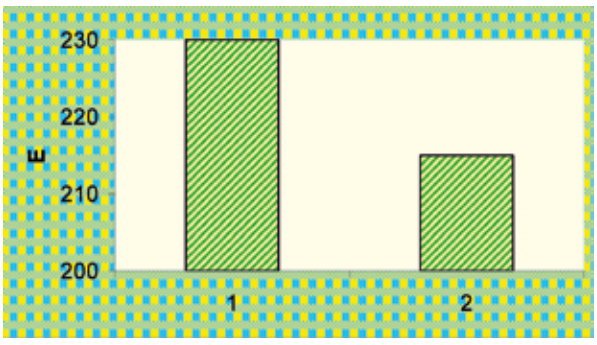


Рис. 3. Гистограммы модуля упругости E: 1 — сталь 38ХМЮА с плазменным покрытием, 2 — сталь 45 с карбонитридным покрытием

Следует также отметить более высокий уровень модуля упругости плазменного покрытия, нанесенного на сталь 38ХМЮА, по сравнению с карбонитридным покрытием, нанесенным на сталь 45 (рис. 3). Это свидетельствует о том, что в стали 38ХМЮА при более высоких напряжениях наступает момент пластической деформации.

Показательным также является эффект упрочнения за счет нанесения покрытий. Так, плазменное покрытие, нанесенное на сталь 38ХМЮА, способствует повышению твердости в 2,5 раза, а карбонитридное покрытие на сталь 45 обеспечивает повышение твердости всего в 1,5 раза (сравните рис. 4 и 5).

Таким образом, с целью повышения износостойкости и механических свойств рабочих поверхностей контртел прецизионных узлов трения можно рекомендовать применение стали 38ХМЮА, на которую наносится плазменное покрытие.

Выводы.

1. Для упрочнения рабочих поверхностей контртел прецизионных узлов трения рекомендуется нанесение покрытий на них.

2. Износные испытания показали:

а) наибольший износ наблюдается у стали 45;

б) нанесение карбонитридного покрытия на сталь 45 уменьшает износ на ~ 10%;

в) износ стали 38Х2МЮА в 2 раза меньше, чем износ стали 45;

г) нанесение покрытия ТЕЧ на сталь 38ХМЮА уменьшает износ в 3 раза.

3. Износ стали 38ХМЮА с плазменным покрытием в 4,5 раза меньше, чем износ стали 45 с карбонитридным покрытием.

4. Нанотвердость стали 38ХМЮА с плазменным покрытием в 2 раза выше, чем нанотвердость стали 45 с карбонитридным покрытием.

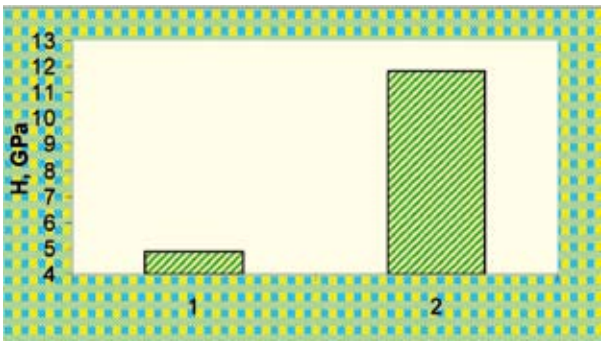


**Рис. 4. Гистограммы нанотвердости стали 38ХМЮА:
1 — без покрытия, 2 — с плазменным покрытием**

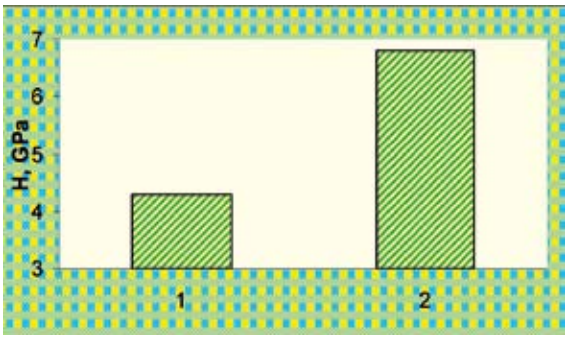
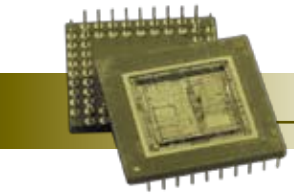


Рис. 5. Гистограммы нанотвердости стали 45: 1 — без покрытия, 2 — с карбонитридным покрытием

5. Существенным является эффект упрочнения за счет нанесения покрытий. Плазменное покрытие на стали 38ХМЮА обеспечивает повышение твердости в 2,5 раза, а карбонитридное покрытие, нанесенное на сталь 45, обеспечивает повышение твердости всего в 1,5 раза.

С. Н. Дуб, *к.т.н.,*
А. Н. Ковальчук, *к.т.н.,*
Д. Б. Глушкова, *к.т.н.,*
В. П. Тарабанова, *к.т.н.,*
Ю. Н. Рыжков



Улучшение экологических характеристик процесса плазменно-дуговой наплавки бронз

Авторами статьи предложена схема наплавки бронз с помощью плазмотрона с обратным потоком плазмообразующего газа и с применением системы рециркуляции газа. Предложенная схема обеспечивает снижение выброса в атмосферу твердых сварочных аэрозолей в 48 раз, газообразных – в 2,8 раза.

The article's authors offer the scheme of bronze surfacing with use of plasmatron with a return flow of plasma forming gas and with application of gas recirculation system. The offered scheme provides emission decrease in atmosphere of firm welding aerosols in 48 times, gaseous – in 2,8 times.

Наплавка бронз позволяет сэкономить дорогостоящие дефицитные металлы — медь, олово, алюминий, никель, в связи с чем данная технология нашла применение в судостроении, машиностроении, химической промышленности. Одним из способов наплавки бронз является плазменная наплавка, позволяющая получить малую глубину проплавления основного металла, что особенно важно при наплавке бронз на сталь, а также обеспечивающая высокую производительность процесса.

В то же время высокая температура плазменной дуги (3200°К) и значительное давление плазменной дуги на жидкую металлическую ванну, приводящие к ее перемешиванию, способствуют увеличению испарения с ее поверхности металлов (меди, алюминия), а также металлов, имеющих низкую температуру кипения, часто входящих в состав бронз (цинка, олова, свинца).

Учитывая, что выделение паров этих металлов происходит непосредственно в зоне дыхания сварщика, а применение вытяжной вентиляции при плазменной наплавке весьма ограничено (ввиду опасности нарушения защиты зоны наплавки аргоном и появления вследствие этого дефектов в наплавленном металле), задача повышения экологических характеристик процесса плазменной наплавки бронз является весьма актуальной.

Целью исследований было снижение выброса в атмосферу вредных веществ при плазменной наплавке бронз.

Анализ показал, что наиболее перспективным способом наплавки бронз является плазменная наплавка с применением плазмотрона с обратным потоком плазмообразующего газа. При этом способе наплавки отсутствует давление струи плазмообразующего газа на поверхность металлической ванны, что уменьшает ее перемешивание и, как следствие, снижает выделение паров металлов с ее поверхности, кроме того, при этом способе наплавки производится отсос плазмообразующего газа через центральный канал неплавящегося электрода — сопла, что создает необходимые предпосылки для эффективного удаления вредных веществ, образующихся в зоне наплавки, непосредственно в месте их образования.

Была разработана установка для плазменной наплавки бронз, отличающаяся от известной тем, что отсос плазмообразующего газа осуществлялся за счет энергии потока защитного газа инжекторным узлом, при этом отсасываемый плазмообразующий газ смешивался с потоком свежего защитного газа, что позволяло снизить расход подаваемого в плазмотрон газа до 12-16 л/мин, т.е. до величины расхода, соответствующей обычной плазменной наплавке. Поток отсасываемого плазмообразующего газа проходит через охладитель, где охлаждается водой из системы охлаждения плазмотрона, а затем — в волоконный фильтр. В охладителе происходит конденсация паров металлов и неметаллических веществ, попадающих в зону наплавки из сердечника порошковой проволоки, применяемой обычно при наплавке труднодеформируемых бронз, изготовить из которых проволоку сплошного сечения затруднительно. При этом часть сконденсировавшихся паров оседает в охладителе, а мелкодисперсная фракция улавливается волоконным фильтром.

Определение выделения твердых сварочных аэрозолей проводилось по методике, разработанной в ИЭС им. Е. О. Патона. Плазмотрон помещался вовнутрь конусообразного зонта, из верхней части которого производился отсос газов. Твердые сварочные аэрозоли осаждаются на фильтре при условии полной фильтрации отсасываемого из зоны наплавки воздуха с аэрозолями. Количество выделившихся аэрозолей определялось взвешиванием фильтров до и после наплавки. Наплавка производилась на пластины из стали 20. Поверхность пластин перед наплавкой зачищалась механическим путем. Толщина пластин — 12 мм.

Для наплавки применялась порошковая проволока, обеспечивающая при наплавке бронзу БрОС-1—30, применяемую в промышленности в качестве относительно дешевого антифрикционного материала.

Режим наплавки был следующим:

- напряжение дуги — 26 В;
- ток дуги «Плазмотрон-Пластина» — 22А;
- ток дуги «Плазмотрон-Порошковая проволока» — 67 А;
- расход аргона, подаваемого в плазмотрон — 14 л/мин;
- количество отсасываемого аргона через внутренний канал сопла — 6 л/мин;
- скорость наплавки — 16 м/ч;
- расстояние «Сопло-Изделие» — 8 мм.

При аналогичных параметрах режима наплавки производилась наплавка плазмотроном, имеющим центральный неплавящийся вольфрамовый электрод.

Установлено, что при наплавке традиционным способом (плазмо-

троном с центральным неплавящимся электродом) выделение твердых сварочных аэрозолей составляет 0,78 л/мин, а при наплавке плазмотроном с обратным потоком плазмообразующего газа — 0,016 л/мин.

Состав выделяемых сварочных аэрозолей определялся аналитическим путем.

Следует отметить, что в составе сварочных аэрозолей присутствует неметаллическая фаза, образующаяся, в основном, из газошлакообразующих компонентов сердечника порошковой проволоки. Также производилось определение состава осадка в охладителе газа и волоконном фильтре. Результаты приведены в таблице.

Таблица. Состав твердых веществ, масс %

Место отбора проб	Наименование компонентов, %			
	Cu	Pb	Sn	Неметаллическая фаза
Охладитель газа	72,3	16,34	1,32	10,04
Волоконный фильтр	51,64	42,71	2,19	3,46
Выделения в атмосферу	51,11	39,24	2,07	7,58

В процессе плазменной наплавки происходит также выделение газообразных веществ (в основном фторидов, образующихся при разложении в плазменной дуге газошлакообразующих компонентов, входящих в состав сердечника порошковой проволоки).

При наплавке медных сплавов в качестве газообразущих часто применяются вещества, выделяющие трифторид бора, способствующий смачиванию жидким медным сплавом основного металла, чем достигается отсутствие несплавлений.

Газообразный BF_3 не улавливается в фильтрах и в конечном итоге попадает в атмосферу. При охлаждении на слизистых оболочках происходит разложение BF_3 по реакции:

$$2BF_3\uparrow + 3H_2O — B_2O_3 + 6HF\uparrow \quad (1)$$

Образующаяся при этом плавиковая кислота $HF{\cdot}H_2O$ является крайне агрессивным и вредным веществом. Исходя из этого, необходимо ограничивать выделение BP_3 в процессе наплавки до технологически приемлемого минимума.

Учитывая, что при плазменной наплавке плазмотроном с обратным потоком плазмообразующего газа по предложенной схеме осуществляется рециркуляция плазмообразующего газа (при этом отсасываемый из зоны наплавки аргон возвращается снова в зону наплавки), следует ожидать, что часть BF_3, рассеиваемая в атмосферу при плазменной наплавке традиционным способом, будет возвращаться в зону наплавки с потоком рециркулирующего плазмообразующего аргона. В связи с этим были проведены эксперименты по уменьшению доли компонентов в сердечнике порошковой проволоки, выделяющих трифторид бора BF_3. В качестве таких компонентов применялась смесь криолита $3NaF{\cdot}AlF_3$ и плавленой технической буры $Na_2B_4O_7$. При наплавке происходит распад буры:

$$Na_2B_4O_7 \rightarrow Na_2O + 2B_2O_3. \quad (2)$$

Образующийся по реакции (2) борный ангидрид реагирует с AlF_3, входящим в состав криолита:

$$B_2O_3 + 2AlF_3\uparrow \rightarrow Al_2O_3 + 2BF_3\uparrow. \quad (3)$$

Изучение с помощью масс-спектрографа продуктов реакции (3) показало присутствие в них незначительного количества BF_2 и BF.

Проведенные эксперименты показали, что при плазменной наплавке с применением плазмотрона с центральным неплавящимся электродом содержание смеси криолита и буры (стехиометрического состава) должно быть не менее 6,7%. В то же время содержание этой смеси в составе сердечника порошковой проволоки при применении плазмотрона с обратным потоком плазмообразующего газа может быть снижено до 2,4% (при сохранении высокого качества наплавленного металла).

Считаем необходимым продолжить исследования по применению плазменной наплавки с обратным потоком плазмообразующего газа и его рециркуляций, как обеспечивающей резкое уменьшение выделения вредных веществ в атмосферу.

Выводы. Определено, что плазменная наплавка с обратным потоком плазмообразующего газа бронз позволяет сократить выделение в атмосферу твердых сварочных аэрозолей в 48 раз, уменьшить выделение фтористых соединений в 2,8 раза.

1. Установлено, что при плазменной наплавке с обратным потоком плазмообразующего газа рационально применять схему с рециркуляцией плазмообразующего газа с отсосом его с помощью инжекторного узла, работающего на энергии потока защитного газа.

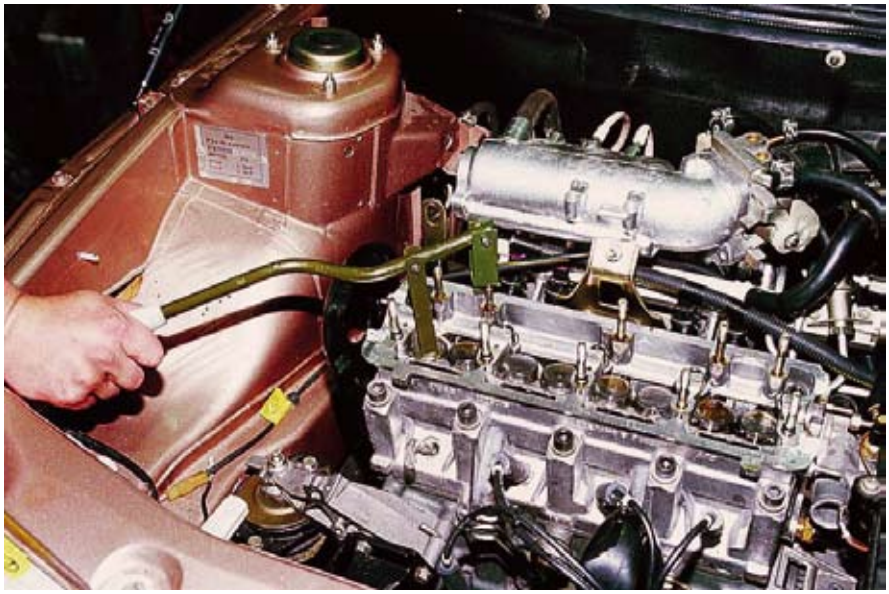
2. Для очистки плазмообразующего газа, отсасываемого через внутреннюю полость неплавящегося электрода-сопла, целесообразно применять водоохлаждаемый охладитель газа с последующей фильтрацией плазмообразующего газа через волоконный фильтр.

Н. А. Макаренко, Л. А. Грановская, Н. А. Грановский, А. А. Богуцкий, А. М. Кущий

Когда неисправен клапан

Хорошо, когда машина новая — двигатель работает тихо, его не слышно даже на разгоне с полным «газом». Но идет время, и однажды вы замечаете, что от былой «тишины» не осталось и следа — двигатель вместо привычного «пения» издает явно оскорбляющие слух звуки.

It is good, when the car is new - the engine works silently, it isn't audible even on dispersal with full "gas". But time is getting on, and once you notice that from former "silence" there is not a mite left — the engine instead of habitual "singing" vocalizes sounds obviously offending ear.



Шумность работы двигателя чаще всего связана с газораспределительным механизмом — большие зазоры и стук всегда соседствуют друг с другом. Первое, что приходит в голову — отрегулировать зазоры в приводе клапанов. Часто это помогает, но иногда после регулировки кажется, что стук стал даже сильнее: один или несколько клапанов продолжают стучать. И совершенно непонятно почему: ведь зазоры в норме, да и распределительный вал с виду хороший. Причина, похоже, не лежит на поверхности, она где-то внутри, но где? Надо бы разобраться, да некогда. А стук становится все громче.

То, что клапан — деталь ответственная, никому объяснять не надо. И то, что неисправности клапанов — штука не только серьезная, но и опасная, многим известно не понаслышке. Возникают подобные неисправности по разным причинам. И встречаются среди них совершенно неочевидные, так что при ремонте не удается ограничиться только заменой неисправной детали.

Кстати, в любом случае перед тем, как что-либо ремонтировать или менять, полезно найти причину конкретной неисправности. Иначе та же участь в скором будущем может постигнуть и совсем новую, только что установленную деталь. А чтобы этого не случилось, желательно знать, в каких условиях она работает.

Как работает клапан

Основная задача клапанов — управление потоками топливовоздушной смеси и продуктов сгорания, поступающих в цилиндр или вытекающих из него. Следовательно, клапан при его открытии должен свободно пропускать смесь или газы, то есть обладать минимальным гидравлическим сопротивлением. В то же время закрытый клапан должен обеспечивать герметичность и полностью отделять полость цилиндра от впускной или выпускной системы двигателя.

Клапаны работают в условиях сильного нагрева от горячих газов, обтекающих их тарелки. И если впускной клапан при открывании периодически охлаждается поступающей в цилиндр топливовоздушной смесью, то выпускной работает в гораздо более жестких условиях. Открываясь на такте выпуска, он еще больше нагревается горячими выхлопными газами, и температура его тарелки достигает 850-900 °С.

Для того, чтобы клапаны могли противостоять таким тепловым нагрузкам, их приходится изготавливать из специальных жаростойких сталей и сплавов с большим содержанием хрома, никеля, молибдена и даже вольфрама.

Эти материалы весьма недешевы, из-за чего нередко выпускные клапаны изготавливают из разнородных материалов: тарелку — из жаростойкого сплава, а стержень — из легированной стали. Кстати, впускные и выпускные клапаны самых разных моторов очень легко отличить: тарелки выпускных клапанов не обладают магнитными свойствами.

Чтобы снизить износ фаски при высоких рабочих температурах, на нее нередко наплавляют специальный твердый материал — стеллит. Реже применяют натриевое охлаждение клапана: натрий, перемещающийся во внутренней полости клапана при его открытии и закрытии, переносит тепло от горячей тарелки к более холодному стержню.

Практика, тем не менее, показывает, что даже самый жаростойкий клапан все равно прогорит, если не будут выполнены и некоторые другие условия, главное из которых — плотная посадка тарелки в седле. Дело в том, что только хороший контакт клапана с седлом позволяет надежно отвести тепло от нагретой тарелки. Ведь седло довольно холодное, оно запрессовано в тело головки блока, охлаждаемой жидкостью.

Через седло отводится до 75 % всего тепла, поступающего к тарелке, —весьма и весьма значительная часть. Естественно, если контакт с седлом нарушен, тарелка сразу начинает перегреваться. Значит, до прогара жить клапану остается недолго.

Выглядит это как цепная реакция. Небольшая неплотность в со-

пряжении тарелки и седла приводит к прорыву газов. Отвод тепла от тарелки в этом месте отсутствует, и тарелка перегревается. Неплотность увеличивается, а вместе с ней растет и температура тарелки. В конце концов, материал начинает разрушаться, туда устремляется еще больше горячих газов, и дефект тарелки быстро распространяется до тех пор, пока цилиндр полностью не выключается из работы из-за отсутствия компрессии.

Как видим, хорошее сопряжение тарелки с седлом «убивает» сразу «двух зайцев»: снижает температуру клапана до приемлемого уровня и обеспечивает герметичность. И трудно сказать, что важнее. По крайней мере, для работоспособности самого клапана важно первое, а для двигателя в целом — второе (имеются в виду хорошие пусковые свойства, мощностные характеристики, экономичность).

Кроме указанных условий, работа клапана (открытие и закрытие) должна быть достаточно «мягкой» и не вызывать излишнего шума. Шум или, точнее, стук клапанов — верный признак неисправности, а возникающие при стуке ударные нагрузки нередко сами по себе вызывают еще более серьезные неисправности и даже поломки клапанов.

Откуда берется стук?

Причин несколько. Самая простая уже упомянута — большой зазор в приводе. Кулачок распредвала из-за этого набегает на толкатель (рычаг или коромысло) не плавно, а с ударом, который тем сильнее, чем больше зазор.

Что страдает в данном случае в первую очередь? То, что воспринимает ударную нагрузку: рабочие поверхности кулачка распредвала и толкателя, а также опорная поверхность толкателя и торец стержня клапана. На них нередко образуются повреждения в виде точечных раковин, которые в дальнейшем расширяются и углубляются.

Но этим дело не ограничивается. Клапан не только с ударом открывается, но также резко, со стуком, закрывается. А это значит, что ударная нагрузка при закрытии приходится на уплотнительную фаску клапана и седло. Кроме того, в момент удара при посадке на седло на стержень клапана действует большая растягивающая нагрузка от пружины. Длительная работа в таких условиях весьма опасна: тарелка может просто оторваться от стержня либо стержень разрушится по другому слабому месту — канавке для сухарей.

Но допустим, что зазоры в приводе клапанов нормальные, а стук все равно прослушивается. Чаще всего причина такого стука кроется в большом зазоре между стержнем клапана и направляющей втулкой. Ситуация эта наиболее характерна для старых, изрядно походивших, моторов. Иногда стук клапана связан с неконцентричностью седла и отверстия направляющей втулки, что является следствием перегрева головки блока или неправильно выполненного ремонта. При этом клапан садится на седло сначала одним краем тарелки, и только затем, перекатываясь во втулке в пределах зазора, полностью. Из-за этого, кстати, износ направляющей втулки быстро прогрессирует.

Быстрый износ направляющей втулки и стук клапана возникают и по другим, более сложным причинам. Например, когда гнездо цилиндрического толкателя клапана несоосно, либо имеет перекос по отношению к втулке. Подобный дефект иногда встречается на отечественных моторах. Стук возможен также из-за повышенных зазоров в деталях привода — в осях коромысел, в гнездах цилиндрических толкателей, а также в подшипниках распределительного вала.

Все эти стуки на слух достаточно похожи, и поэтому часто выделить конкретную причину без разборки и внимательной ревизии состояния деталей не удается. Но в любом случае нужно иметь в виду, что раз есть стук, значит, нагрузки в местах контакта деталей носят ударный характер. Как правило, такой стук быстро прогрессирует, что грозит не только износом клапанов и сопряженных с ними деталей, но и их поломкой.

Почему сломался клапан?

Сам по себе стук может и не вызвать поломку. Но в любом случае важно понять, почему клапан начал стучать? А причин, спровоцировавших появление стука, оказывается, немало...

Самая распространенная — неграмотная эксплуатация, неквалифицированное и несвоевременное обслуживание двигателя. Очевидно, регулировка зазоров в приводе клапанов от случая к случаю — верный способ ускорить износы, вызвать стуки, а затем и поломки.

Очень опасно при регулировке устанавливать слишком малые зазоры: при работе двигателя клапаны нагреются, их длина увеличится, и, когда зазор выберется полностью, клапаны «повиснут». А тогда неплотная посадка на седло приведет к перегреву тарелок и прогару.

Довольно распространенная причина прогара выпускных клапанов — слишком позднее зажигание. Особенно если двигатель длительное время работает на больших частотах вращения и нагрузках. Но и раннее зажигание — тоже для клапанов не подарок, ведь температура газов в цилиндре в этом случае максимальна. Значит, неправильная установка опережения зажигания вызывает не только потерю мощности и увеличение расхода топлива, но и неисправности клапанов.

Использование некачественного масла — тоже возможная причина износа втулок и стержней клапанов. Кроме того, такое масло имеет свойство коксоваться в нижней части стержней клапанов. Из-за этого клапан будет все туже ходить во втулке, а затем и вовсе может заклинить в ней. В конце концов, он получит-таки поршнем по тарелке со всеми вытекающими последствиями.

Нагар, откладывающийся на тарелках клапанов (особенно впускных), например, из-за износа маслосъемных колпачков, тоже небезобидная вещь. Достигая солидной толщины, нагар начинает откалываться. И частицы довольно крупных размеров легко могут попасть между фаской и седлом клапана. А после этого плохой контакт с седлом и перегрев тарелки неминуем.

Интересно отметить, что значительные отложения нагара на клапанах, вызывающие подобные неприятности, далеко не всегда связаны с износом маслосъемных колпачков. Судите сами: повышенное давление в картере из-за неисправности системы вентиляции или износа цилиндропоршневой группы легко может выдавливать масло к тарелкам клапанов даже через самые новые колпачки.

Некоторые «горячие головы» предпочитают отсоединять шланг вентиляции картера от воздушного фильтра и выводить его куда-нибудь под днище автомобиля — так якобы мотору «легче дышится». И невдомек им, что на некоторых режимах в картере создается разрежение, и пыль, засасываемая в двигатель через шланг, не только быстро загрязняет масло и масляный фильтр, но и попадает к направляющим втулкам и стержням клапанов. Комментарии, как говорится, излишни.

Но, пожалуй, самые серьезные последствия для клапанов таит в себе несоблюдение сроков замены ремня привода распределительного вала. На многих современных моторах клапаны в случае обрыва ремня деформируются, попытки поставить новый ремень и так доехать, к примеру, до гаража, редко оканчиваются благополучно. Деформированные клапаны каждый раз при посадке на седло испытывают большие изгибающие нагрузки и через 10-15 минут работы, как правило, ломаются. А такая поломка клапана — это, как минимум, замена поршня, головки блока, шатуна.

Целый ряд проблем вносит в работу клапанов некачественно выполненный ремонт. Например, наиболее «опытные» механики не утруждают себя использованием специальных приспособлений для сжатия пружин клапанов. Их «коронные» инструменты — стальная труба и молоток: стукнул посильнее — и порядок. Только вот клапан может получить повреждение по канавке для сухарей. А потом, много позже, в этом месте сломаться.

Очень опасно попадание абразивной пасты в направляющую втулку во время притирки клапана к седлу. Промыть такую втулку — целая история. Но если этого не сделать, история получится с продолжением — максимум на 5-10 тысячах километров пробега. После этого износ втулки и стержня, скорее всего, превысит все разумные пределы.

Некоторые механики стремятся сделать зазор клапана во втулке как можно меньше. Это заблуждение нередко приводит к заклиниванию клапана с весьма неприятными последствиями.

Еще одна ошибка — притирка клапанов без правки седел. Как показывает практика, после длительной эксплуатации и особенно после замены направляющих втулок их несоосность с седлами — обычное дело. В подобных случаях одна лишь притирка, скорее всего, приведет к стуку клапанов и быстрому износу деталей.

Когда головка блока полностью собрана с клапанами, очень легко испортить всю работу, обстукивая клапаны молотком. Результат может быть тот же, что и при «ударной» разборке, особенно у современных многоклапанных двигателей с клапанами малого диаметра.

Из всех этих факторов складывается довольно ясная картина: когда клапан неисправен, ему, скорее всего, кто-то в этом «помог». И задача механика — не только не стать очередным «помощником», но ликвидировать все последствия прежней «помощи». Только так можно быть уверенным, что клапан не подведет.

Александр Хрулев, *к.т.н.*

ТОВ «ЕКСПОСЕРВІС» запрошує прийняти участь у 13-й СПЕЦІАЛІЗОВАНІЙ ВИСТАВЦІ

26-28 ЖОВТНЯ 2010

ПВЦ «Радмир Експохол»

вул. Академіка Павлова, 271
(станція метро «Академіка Павлова»)

КИП

КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

ЕЛЕКТРОНІКА ІНФОРМАТИКА ЗВ'ЯЗОК

ЕНЕРГЕТИКА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Організатор ТОВ «ЕкспоСервіс»

ЭкспоСервис® Харьков

Тел./факс: (057) 758 70 30
758 72 30
758 70 29

E-mail: expo@kharkov.ukrtel.net

www.expos.com.ua

Что такое ультразвук

Если какое-либо тело колеблется в упругой среде быстрее, чем среда успевает обтекать его, оно своим движением то сжимает, то разрежает среду. Слои повышенного и пониженного давления разбегаются от колеблющегося тела во все стороны и образуют звуковые волны.

If any body fluctuates in the elastic environment faster, than environment has time to flow round it, it either compresses with its movement or rarefies environment. Layers of the raised and lowered pressure spread out from a fluctuating body extensively and form sound waves.

Если колебания тела, создающего волну, следуют друг за другом не реже, чем 16 раз в секунду, и не чаще, чем 18 тысяч раз в секунду, то человеческое ухо слышит их.

Частоты 16-18000 Гц, которые способен воспринимать слуховой аппарат человека, принято называть звуковыми, например, писк комара — 10 кГц. Но воздух, глубины морей и земные недра наполнены звуками, лежащими ниже и выше этого диапазона, – инфра- и ультразвуками.

В природе ультразвук встречается в качестве компонента многих естественных шумов: в шуме ветра, водопада, дождя, морской гальки, перекатываемой прибоем, в грозовых разрядах. Многие млекопитающие, например, кошки и собаки, обладают способностью восприятия ультразвука частотой до 100 кГц, а локационные способности летучих мышей, ночных насекомых и морских животных всем хорошо известны. Существование неслышимых звуков было обнаружено с развитием акустики в конце XIX века. Тогда же начались первые исследования ультразвука, но основы его применения были заложены только в первой трети XX-века.

Нижней границей ультразвукового диапазона называют упругие колебания частотой от 18 кГц. Верхняя граница ультразвука определяется природой упругих волн, которые могут распространяться только при том условии, что длина волны значительно больше длины свободного пробега молекул (в газах) или межатомных расстояний (в жидкостях и газах). В газах верхний предел составляет ~106 кГц, в жидкостях и твердых телах ~1010 кГц. Как правило, ультразвуком называют частоты до 106 кГц. Более высокие частоты принято называть гиперзвуком.

Ультразвуковые волны по своей природе не отличаются от волн слышимого диапазона и подчиняются тем же физическим законам. Но у ультразвука есть специфические особенности, которые определили его широкое применение в науке и технике. Вот основные из них:

· ***Малая длина волны.*** Для самого низкого УЗ диапазона длина волны не превышает в большинстве сред нескольких сантиметров. Малая длина волны обуславливает лучевой характер распространения УЗ волн. Вблизи излучателя УЗ распространяется в виде пучков, по размеру близких к размеру излучателя. Попадая на неоднородности в среде, УЗ пучок ведет себя как световой луч, испытывая отражение, преломление, рассеяние, что позволяет формировать звуковые изображения в оптически непрозрачных средах, используя чисто оптические эффекты (фокусировку, дифракцию и др.)

· ***Малый период колебаний***, что позволяет излучать ультразвук в виде импульсов и осуществлять в среде точную временную селекцию распространяющихся сигналов.

· Возможность получения ***высоких значений энергии колебаний при малой амплитуде***, т.к. энергия колебаний пропорциональна квадрату частоты. Это позволяет создавать УЗ пучки и поля с высоким уровнем энергии, не требуя при этом крупногабаритной аппаратуры.

Винтовая нарезка ультразвуком

· В ультразвуковом поле развиваются ***значительные акустические течения***. Поэтому воздействие ультразвука на среду порождает специфические эффекты: физические, химические, биологические и медицинские. Такие как кавитация, звукокапиллярный эффект, диспергирование, эмульгирование, дегазация, обеззараживание, локальный нагрев и многие другие.

· Ультразвук ***неслышим и не создает дискомфорта*** обслуживающему персоналу.

История ультразвука

Внимание к акустике было вызвано потребностями морского флота ведущих держав — Англии и Франции, т.к. акустический сигнал – единственный вид сигнала, способный далеко распространяться в воде.

В 1826 году французский ученый Колладон определил скорость звука в воде. Эксперимент Колладона считается рождением современной гидроакустики. Удар в подводный колокол в Женевском озере происходил с одновременным поджогом пороха. Вспышка от пороха наблюдалась Колладоном на расстоянии 10 миль. Он также слышал звук колокола при помощи подводной слуховой трубы. Измеряя временной интервал между этими двумя событиями, Колладон вычислил скорость звука — 1435 м/с. Разница с современными вычислениями только 3 м/с.

В 1838 году в США звук впервые применили для определения профиля морского дна с целью прокладки телеграфного кабеля. Источником звука, как и в опыте Колладона, был колокол, звучащий под водой, а приемником — большие слуховые трубы, опускавшиеся за борт корабля. Результаты опыта оказались неутешительными. Звук колокола (как, впрочем, и подрыв в воде пороховых патронов), давал слишком слабое эхо, почти не слышное среди других звуков моря. Надо было уходить в область более высоких частот, позволяющих создавать направленные звуковые пучки.

Первый генератор ультразвука сделал в 1883 году англичанин Гальтон. Ультразвук создавался подобно свисту на острие ножа, если на него дуть. Роль такого острия в свистке Гальтона играл цилиндр с острыми краями. Воздух или другой газ, выходящий под давлением через кольцевое сопло, диаметром таким же, как и кромка цилиндра, набегал на кромку, и возникали высокочастотные колебания. Продувая свисток водородом, удалось получить колебания до 170 кГц.

В 1880 году Пьер и Жак Кюри сделали решающее для ультразвуковой техники открытие. Братья Кюри заметили, что при оказании давления на кристаллы кварца генерируется электрический заряд, прямо пропорциональный прикладываемой к кристаллу силе. Это явление было названо «пьезоэлектричество» от греческого слова, означающего «нажать». Кроме того, они продемонстрировали обратный пьезоэлектрический эффект, который проявлялся тогда, когда быстро изменяющийся электрический потенциал применялся к кристаллу, вызывая его вибрацию. Отныне появилась техническая возможность изготовления малогабаритных излучателей и приемников ультразвука.

Гибель «Титаника» от столкновения с айсбергом, необходимость борьбы с новым оружием - подводными лодками требовали быстрого развития ультразвуковой гидроакустики. В 1914 году французский физик Поль Ланжевен совместно с русским ученым, жившим в Швейцарии — Константином Шиловским впервые разработали гидролокатор, основанный на пьезоэффекте и состоящий из излучателя ультразвука и гидрофона - приемника УЗ колебаний. Гидролокатор Ланжевена-Шиловского был первым ультразвуковым устройством, применявшимся на практике. Тогда же российский ученый С. Я. Соколов разработал основы ультразвуковой дефектоскопии в промышленности.

В 1937 году немецкий врач-психиатр Карл Дуссик вместе с братом Фридрихом, физиком, впервые применили ультразвук для обнаружения опухолей головного мозга, но результаты, полученные ими, оказались недостоверными. В медицинской практике ультразвук впервые стал применяться только с 50-х годов XX-го века в США.

Получение ультразвука

Излучатели ультразвука можно разделить на две большие группы.

1) Колебания возбуждаются препятствиями на пути струи газа или жидкости или прерыванием струи газа или жидкости. Используются ограниченно, в основном, для получения мощного УЗ в газовой среде.

2) Колебания возбуждаются преобразованием в механические колебания тока или напряжения. В большинстве ультразвуковых устройств используются излучатели этой группы: пьезоэлектрические и магнитострикционные преобразователи.

Кроме преобразователей, основанных на пьезоэффекте, для получения мощного ультразвукового пучка используются магнитострикционные преобразователи. Магнитострикция — это изменение размеров тел при изменении их магнитного состояния. Сердечник из магнитострикционного материала, помещенный в проводящую обмотку, меняет свою длину в соответствии с формой токового сигнала, проходящего по обмотке. Данное явление, открытое в 1842 году Джеймсом Джоулем, свойственно ферромагнетикам и ферритам. Наиболее употребительные магнитострикционные материалы — это сплавы на основе никеля, кобальта, железа и алюминия. Наибольшей интенсивности УЗ излучения позволяет достичь сплав перминдюр (49%Co, 2%V, остальное Fe), который используется в мощных УЗ излучателях.

Акустооптические устройства и области их применения

Зависимость скорости распространения и затухания акустических волн от свойств вещества и процессов, в них происходящих, используется в таких исследованиях:

- изучение молекулярных процессов в газах, жидкостях и полимерах;
- изучение строения кристаллов и других твердых тел;
- контроль протекания химических реакций, фазовых переходов, полимеризации и др.;
- определение концентрации растворов;

- определение прочностных характеристик и состава материалов;
- определение наличия примесей;
- определение скорости течения жидкости и газа.

Информацию о молекулярной структуре вещества дает измерение скорости и коэффициента поглощения звука в нем. Это позволяет измерять концентрацию растворов и взвесей в пульпах и жидкостях, контролировать ход экстрагирования, полимеризации, старения, кинетику химических реакций. Точность определения состава веществ и наличия примесей ультразвуком очень высока и составляет доли процента.

Измерение скорости звука в твердых телах позволяет определять упругие и прочностные характеристики конструкционных материалов. Такой косвенный метод определения прочности удобен простотой и возможностью использования в реальных условиях.

УЗ газоанализаторы осуществляют слежение за процессами накопления опасных примесей. Зависимость скорости УЗ от температуры используется для бесконтактной термометрии газов и жидкостей.

На измерении скорости звука в движущихся жидкостях и газах, в том числе неоднородных (эмульсии, суспензии, пульпы), основаны ультразвуковые расходомеры, работающие на эффекте Доплера. Аналогичная аппаратура используется для определения скорости и расхода потока крови в клинических исследованиях.

Большая группа методов измерения основана на отражении и рассеянии УЗ волн на границах между средами. Эти методы позволяют точно определять местонахождение инородных для среды тел и используются в таких сферах как:

- гидролокация;
- неразрушающий контроль и дефектоскопия;
- медицинская диагностика;
- определения уровней жидкостей и сыпучих тел в закрытых емкостях;
- определения размеров изделий;
- визуализация звуковых полей – звуковидение и акустическая голография.

Отражение, преломление и возможность фокусировки ультразвука используется в ультразвуковой дефектоскопии, в ультразвуковых акустических микроскопах, в медицинской диагностике, для изучения макронеоднородностей вещества. Наличие неоднородностей и их координаты определяются по отраженным сигналам или по структуре тени.

Ручная ультразвуковая сварочная установка

УЗ контроль и УЗ обработка

Методы измерения, основанные на зависимости параметров резонансной колебательной системы от свойств нагружающей его среды (импеданс), применяются для непрерывного измерения вязкости и плотности жидкостей, для измерения толщины деталей, доступ к которым возможен только с одной стороны. Этот же принцип лежит в основе УЗ твердомеров, уровнемеров, сигнализаторов уровня.

Преимущества УЗ методов контроля: малое время измерений, возможность контроля взрывоопасных, агрессивных и токсичных сред, отсутствие воздействия инструмента на контролируемую среду и процессы.

Воздействие ультразвука на вещество, приводящее к необратимым изменениям в нем, широко используется в промышленности. При этом механизмы воздействия ультразвука различны для разных сред. В газах основным действующим фактором являются акустические течения, ускоряющие процессы тепломассообмена. Причем эффективность УЗ перемешивания значительно выше обычного гидродинамического, т.к. пограничный слой имеет меньшую толщину и, как следствие, больший градиент температуры или концентрации. Этот эффект используется в таких процессах, как:

- ультразвуковая сушка;
- горение в ультразвуковом поле;
- коагуляция аэрозолей.

В ультразвуковой обработке жидкостей основным действующим фактором является кавитация. На эффекте кавитации основаны следующие технологические процессы:

- предотвращение образования накипи;
- ультразвуковая очистка;
- металлизация и пайка;
- звукокапиллярный эффект — проникновение жидкостей в мельчайшие поры и трещины. Применяется для пропитки пористых материалов и имеет место при любой УЗ обработке твердых тел в жидкостях.
- диспергирование твердых тел в жидкостях;
- дегазация (деаэрирование) жидкостей;

- кристаллизация;
- интенсификация электрохимических процессов;
- получение аэрозолей;
- уничтожение микроорганизмов и стерилизация инструментов в медицине.

Акустические течения – один из основных механизмов воздействия ультразвука на вещество. Он обусловлен поглощением ультразвуковой энергии в веществе и в пограничном слое. Акустические потоки отличаются от гидродинамических малой толщиной пограничного слоя и возможностью его утонения с увеличением частоты колебаний. Это приводит к уменьшению толщины температурного или концентрационного погранслоя и увеличению градиентов температуры или концентрации, определяющих скорость переноса тепла или массы. Это способствует ускорению процессов горения, сушки, перемешивания, перегонки, диффузии, экстракции, пропитки, сорбции, кристаллизации, растворения, дегазации жидкостей и расплавов. В потоке с высокой энергией влияние акустической волны осуществляется за счет энергии самого потока, путем изменения его турбулентности. В этом случае акустическая энергия может составлять всего доли процентов от энергии потока.

При прохождении через жидкость звуковой волны большой интенсивности возникает так называемая акустическая кавитация. В интенсивной звуковой волне во время полупериодов разрежения возникают кавитационные пузырьки, которые резко схлопываются при переходе в область повышенного давления. В кавитационной области возникают мощные гидродинамические возмущения в виде микроударных волн и микропотоков. Кроме того, схлопывание пузырьков сопровождается сильным локальным разогревом вещества и выделением газа. Такое воздействие приводит к разрушению даже таких прочных веществ как сталь и кварц. Этот эффект используется для диспергирования твердых тел, получения мелкодисперсных эмульсий несмешивающихся жидкостей, возбуждения и ускорения химических реакций, уничтожения микроорганизмов, экстрагирования из животных и растительных клеток ферментов. Кавитация определяет также такие эффекты, как слабое свечение жидкости под действием ультразвука – звуколюминесценция, и аномально глубокое проникновение жидкости в капилляры – звукокапиллярный эффект.

Кавитационное диспергирование кристаллов карбоната кальция лежит в основе акустических противонакипных устройств. Под воздействием ультразвука происходит раскалывание частиц, находящихся в воде, их средние размеры уменьшаются с 10 до 1 микрона, увеличивается их количество и общая площадь поверхности частиц. Это приводит к переносу процесса образования накипи с теплообменной поверхности непосредственно в жидкость. Ультразвук также воздействует и на сформированный слой накипи, образуя в нем микротрещины, способствующие откалыванию кусочков накипи с теплообменной поверхности.

В установках по ультразвуковой очистке с помощью кавитации и порождаемых ею микропотоков удаляют загрязнения, как жестко связанные с поверхностью, типа окалины, накипи, заусенцев, так и мягкие загрязнения типа жирных пленок, грязи и т.п. Этот же эффект используется для интенсификации электролитических процессов.

Под действием ультразвука возникает такой любопытный эффект, как акустическая коагуляция, т.е. сближение и укрупнение взвешенных частиц в жидкости и газе. Физический механизм этого явления еще не окончательно ясен. Акустическая коагуляция применяется для осаждения промышленных пылей, дымов и туманов при низких для ультразвука частотах до 20 кГц. Возможно, что благотворное действие звона церковных колоколов основано на этом эффекте.

Механическая обработка твердых тел с применением ультразвука основана на следующих эффектах:
- уменьшение трения между поверхностями при УЗ колебаниях одной из них;
- снижение предела текучести или пластическая деформация под действием УЗ;
- упрочнение и снижение остаточных напряжений в металлах под ударным воздействием инструмента с УЗ частотой.

Комбинированное воздействие статического сжатия и ультразвуковых колебаний используется в ультразвуковой сварке. Различают четыре вида мехобработки с помощью ультразвука:
- размерная обработка деталей из твердых и хрупких материалов;
- резание труднообрабатываемых материалов с наложением УЗК на режущий инструмент;
- снятие заусенцев в УЗ ванне;
- шлифование вязких материалов с УЗ очисткой шлифовального круга.

Действия ультразвука на биологические объекты вызывает разнообразные эффекты и реакции в тканях организма, что широко используется в ультразвуковой терапии и хирургии. Ультразвук является катализатором, ускоряющим установление равновесного, с точки зрения физиологии состояния организма, т.е. здорового состояния. УЗ оказывает на больные ткани значительно большее влияние, чем на здоровые. Также используется ультразвуковое распыление лекарственных средств при ингаляциях. Ультразвуковая хирургия основана на следующих эффектах: разрушение тканей собственно сфокусированным ультразвуком и наложение УЗ колебаний на режущий хирургический инструмент.

УЗ устройства применяются для преобразования и аналоговой обработки электронных сигналов и для управления световыми сигналами в оптике и оптоэлектронике. Малая скорость ультразвука используется в линиях задержки. Управление оптическими сигналами основывается на дифракции света на ультразвуке. Один из видов такой дифракции – т.н. брегговская дифракция зависит от длины волны ультразвука, что позволяет выделить из широкого спектра светового излучения узкий частотный интервал, т.е. осуществлять фильтрацию света.

Валентин Лясковский

История создания цифровой записи

С самого своего появления перед человеком стоит извечный вопрос о том, как передать накопленный опыт будущим поколениям, как сохранить все те знания и навыки, что достались ему с большим трудом? Так, вероятно, появилась наскальная живопись, затем глиняные таблички и папирус, затем заработал печатный станок. И вот, наконец, пришло наше время…

Since the most appearance the person has an immemorial question how to pass the stored experience to the future generations, how to keep all that knowledge and skills which he has got with great difficulty? So, possibly, there was a rock painting, then clay tablets and the papyrus, then the printing press started working. And here our time at last has come…

Сравнительно недавно функцию хранения информации стала выполнять магнитная запись. Но, несмотря на несомненные удобства магнитных носителей, поставленный выше вопрос – как сохранить и передать накопленный опыт? — актуален и по сей день. Актуален, поскольку и в наш век, век немыслимых скоростей и мгновенного доступа к любым информационным базам, человек все еще не в состоянии сохранить что-либо на долгое время. Единственное, что мы можем на сегодня – это постараться максимально увеличить срок жизни накопителя данных, будь то папка с документами, красочная акварель, написанная неизвестным художником или видеокассета с записями давно минувших лет.

Эволюция цифровой записи

Известно, что для должного хранения какого-либо носителя нужны специальные условия, скажем, климатическая стабильность, постоянная температура, отсутствие ультрафиолетового или какого-то другого излучения и т.д. Например, видеокассета, которая, в лучшем случае, имеет максимальный срок хранения 25 лет, обязательно должна находиться в футляре, в вертикальном положении. Более того, если она не используется длительное время, то ее необходимо периодически перематывать туда-обратно во избежание слипания пленки. Кроме этого, магнитная запись очень чувствительна к разного рода воздействиям, таким как магнит, ультрафиолетовое излучение или высокая температура. Еще из недостатков видеопленки можно назвать:

- возможность «зажевывания» ее видеомагнитофоном;
- пленка слишком тонкая, и ее легко порвать или смять;
- перезаписываемость аналоговой информации, представленной на видеопленке, не бесконечна, например, после двухразовой перезаписи VHS кассеты качество падает в 4 раза;
- как бы мы ни хранили видеопленку, она обязательно размагничивается;
- со временем в магнитном слое появляются выпадения, отчего на видеозаписи появляется «шум» и полосы;
- пленка и считывающая видеоголовка — это трущиеся элементы, а где трение, там высокая температура и «вытирание» магнитного слоя, что отрицательно влияет на сам носитель и, соответственно, на данные…

Этот ряд можно продолжать бесконечно, после чего естественно возникнет закономерное недоумение — а не лучше ли было бы продолжать заниматься наскальной живописью? К счастью, оказалось, что не лучше. С появлением лазерных дисков и оптической записи ряд проблем решился сам собой…

Компакт-диск был задуман как носитель звуковой информации, однако его предшественником с большим основанием все же следует считать лазерный видеодиск системы Laser Vision, а вовсе не виниловую грампластинку. Именно в процессе развития дисковой видеозаписи была отработана технология лазерной записи информации на оптический носитель, технология изготовления самого диска и способы конструирования сервосистем таких проигрывателей.

Первые работы по оптической записи информации на дисковый носитель начались в 1961 году в стенах Стэнфордского университета в США. Запись информации осуществлялась фотографическими методами в виде светлых точек и черточек на темном фоне. Воспроизведение такой записи производилось путем просвечивания видеодиска лучом ртутной лампы. В дальнейшем развитие видеодисков пошло по четырем основным направлениям.

Первым был разработан ***механический способ*** видеозаписи в 1970 го-

ду. Способ, разработанный западногерманской фирмой TELEFUNKEN и английской фирмой DECKA, состоял в том, что видеосигнал записывался на хлорвиниловый диск диаметром 21 см и толщиной 1,2 мм в виде мелких зубчиков на стенках V-образной канавки. Воспроизведение такой записи осуществлялось как и в обычной грамзаписи, с помощью алмазной иглы. Запись механических дисков-оригиналов производилась так же, как и запись оригиналов для аналоговых грампластинок — путем вырезания канавки на диске с лаковым покрытием. Тиражирование таких видеодисков производилось так же и на том же оборудовании, что и долгоиграющие грампластинки.

Второй способ видеозаписи — ***емкостной*** — предложен в 1972 году американской фирмой RCA. Запись информации при этом способе аналогична записи механического видеодиска — с помощью резца, соединенного с пьезоэлементом. Осуществлялась она на алюминиевый диск, покрытый медью. Затем по первому оригиналу делали матрицу, а по ней из хлорвинила формировали видеодиски. Готовые видеодиски покрывались сначала тонкой металлической пленкой, а потом диэлектрическим защитным слоем. Воспроизведение такой записи заключалось в изменении электрической емкости между электродом, расположенным на кончике воспроизводящей иглы, и металлической пленкой видеодиска.

Третий метод — ***оптический*** — разработан к 1972 году фирмой PHILIPS. Здесь записанный сигнал представлял собой ряд углублений на отражающей поверхности диска, покрытого алюминием. Диск изготовлялся из прозрачной пластмассы, и считывание производилось сквозь всю его толщину (около 1 мм). Считывающий луч либо отражался от алюминиевого слоя, либо рассеивался на углублениях, модулируя, таким образом, отраженный пучок, который и использовался для формирования воспроизведенного сигнала. Аналогичная система в 1972 году была предложена фирмой MCA. А в 1973 году французская фирма THOMSON разработала видеодиск, воспроизведение которого осуществлялось не в отраженном, а в проходящем свете. Здесь луч лазера, проходя сквозь диск и расположенную внутри него дорожку, освещал четырехплощадочный фотоприемник, регистрирующий информационный сигнал и сигнал автотрекинга.

Четвертый способ записи видеосигнала на диск — магнитный — разработан западногерманской фирмой BOGEN в 1973 году. Здесь для записи и воспроизведения использовался тот же принцип, что и в магнитной записи на ленту, только вместо ленты роль носителя выполнял магнитный диск с рабочим слоем на основе двуокиси хрома толщиной 12 мкм.

Все способы видеозаписи были доведены до промышленного производства и в течение более или менее продолжительного периода времени занимали свое место на рынке видеоносителей.

Первые цифровые звуковые диски, которые начали появляться с начала 1973 года, были очень похожи на предшествовавшие им видеодиски. Здесь было три направления в способах записи информации — механический, емкостный и оптический. Механический вариант предложила фирма TELEFUNKEN, емкостной — фирма NIPPON BIKUTA, а оптический — несколько фирм: PHILIPS, SONY, HITACHI, MITSUBISHI, SANYO и др.

Среди оптических проигрывателей самым похожим на нынешний проигрыватель компакт-дисков был образец фирмы PHILIPS. Диаметр диска составлял 12 см (у всех других — 30 см), время звучания — один час, использовался уже разработанный к тому времени канальный код EFM (8-14) (Eight to Fourteen Modulation) и способ воспроизведения с постоянной линейной скоростью.

В июне 1979 года между фирмами PHILIPS и SONY был заключен договор о проведении совместных работ по созданию системы оптической записи звука.

В октябре 1980 года по инициативе конференции по цифровой звукозаписи была организована выставка, где демонстрировались проигрыватели всех трех систем.

В апреле 1981 года представители 50 заинтересованных фирм на очередной конференции провели анализ положения на рынке сбыта каждой из предлагаемых систем звукозаписи.

На следующей выставке — в октябре 1981 года — оптические проигрыватели демонстрировали уже 16 фирм, и лишь две — емкостные.

Наиболее совершенной из всех оказалась система с оптическим диском, разработанная совместными усилиями SONY и PHILIPS. Небольшие размеры диска и использование полупроводникового лазера позволяли в будущем создавать малогабаритные аппараты невысокой стоимости. Кроме того, лазерный проигрыватель — единственный из всех, где считывание производится бесконтактным методом. Значит, и диск, и считывающий узел при этом не изнашиваются, следовательно, и пластинка будет очень долговечной. В результате к маю 1982 года фирмами SONY и PHILIPS был подготовлен проект международного стандарта на систему оптической звукозаписи «Компакт-диск». В это же время были завершены работы по созданию необходимых полупроводниковых лазеров и специализированных БИС цифровой обработки сигнала, которые являются основными элементами проигрывателей компакт-дисков.

К сентябрю того же года контракты на производство проигрывателей CD и самих компакт-дисков подписали уже 44 фирмы. В октябре 1982 года стандарт на систему «Компакт-диск» был принят на конференции подкомитета 60А МЭК (Международной Электротехнической Комиссии) и компакт-диск начал свою экспансию по рынкам планеты.

В 1995 году за разработку следующего поколения компакт-дисков взялись десять лидеров компьютерной индустрии, среди которых: Sony, Panasonic, Philips и др. Результатом их совместных усилий стало появление диска DVD. Вначале эта аббревиатура расшифровывалась как Digital Video Disc (цифровой видеодиск), но прошло около года и разработчики осознали, что область применения их детища не ограничивается только лишь сферой видео- и киноиндустрии, и привычная аббревиатура стала расшифровываться как Digital Versatile Disc (цифровой многофункциональный диск).

Основным отличием его от CD при всех остальных сходствах явля-

ется больший по сравнению с CD объем данных (в 7,2 раза), которые можно вместить на диск. В DVD – это 4,7 гигабайта против 650 мегабайт в CD. Но это еще не все. DVD диски научились делать несколько видов: однослойные, двухслойные, однослойные двухсторонние и двухслойные двусторонние, доведя, таким образом, максимальный объем одного DVD диска до 17 гигабайт.

Летом 2000 года компания SONY анонсировала выход новых форматов DDCD и MDLP. Формат MD Long Play (MDLP) является усовершенствованным форматом MD (Mini Disc – «мини-диск»). MDLP-формат позволяет записывать информации вдвое или даже вчетверо больше, чем на обычный «мини-диск». В результате продолжительность записи становится равной примерно 5 часам 20 минутам.

Формат Double Density CD (DDCD), разработаный совместно компаниями SONY и PHILIPS, является новым форматом компакт-дисков повышенной плотности. По сравнению с обычным компакт-диском, DDCD позволяет хранить вдвое больше информации. Широкому распространению DDCD способствует тот факт, что для перехода на новую технологию практически не требуется создания новых производственных мощностей, поскольку значительного увеличения емкости удалось достичь «косметическими» средствами, путем незначительных модификаций обычного CD-формата.

Новый дисковый формат подразумевает узкую дорожку и меньшую длину пита по сравнению с CD-форматом для записи одинакового количества информации. За счет этого уменьшается площадь, занимаемая информацией. В результате компакт диск стандартных геометрических размеров позволяет хранить в два раза больше информации.

К достоинствам формата DDCD можно отнести усовершенствованный алгоритм коррекции ошибок (CIRC7) и расширенный формат адресного пространства (ATIP).

Компания SONY пошла навстречу крупнейшим производителям аудио- видеопродукции и включила в спецификацию DDCD специальный механизм защиты от несанкционированного копирования. Что касается остального, то формат DDCD во всем является наследником своего предшественника. DDCD представлен в трех видах: диски только для чтения (DDCD-ROM), однократно записываемые (DD-R) и перезаписываемые (DD-RW) диски.

Компания TDK предложила свой формат компакт-диска высокой плотности Multilevel Recording. Технология, разработанная для TDK фирмой CALIMETRICS, позволяет увеличить объем хранимой на компакт-диске информации в три раза. Это составляет более 2 Гб. Основа технологии Multilevel Recording заключается в многоуровневом принципе записи. Как известно, на обычном компакт-диске данные кодируются питами. Длина пита характеризует количество единиц двоичного кода, длина интервала между питами — количество нулей двоичного кода. Разработчики CALIMETRICS предложили использовать для записи данных не только длину питов, но и их глубину. Отраженный луч считывающего лазера в зависимости от глубины пита создает свой особый сигнал. Распознает эти сигналы специальный чипсет, встроенный в проигрыватель компакт-дисков. В результате использования глубины удается записать больше информации на единицу площади. Это позволяет значительно увеличить скорость считывания/записи данных. И действительно, скорость записи на ML-диски составляет 36х, а считывания до 90х и более. Так же, как и в случае с DDCD, переход на диски ML не требует создания дополнительной производственной инфраструктуры (вполне достаточно вставить небольшую схему в обычный CD-проигрыватель, чтобы он смог поддерживать ML-диски). Это означает относительную дешевизну и доступность технологии Multilevel Recording.

Настоящим прорывом в технологии записи информации следует считать разработку американской фирмой C3D трехмерного флуоресцентного дискового носителя. При этом запись осуществляется не только по площади диска (двухмерная запись), но и по его глубине на нескольких слоях. Ограничивающим фактором обычной двумерной записи является то, что ее невозможно реализовать при наличии более чем двух информационных слоев. Начинают сказываться интерференция, рассеяние, шумы, перекрестные помехи, которые возникают из-за того, что падающий и отраженный пучки имеют одну и ту же длину волны и являются когерентными. При увеличении числа слоев полезный сигнал уже невозможно будет отделить от шумов. Трехмерный диск фирмы C3D использует принципиально иную технологию записи информации, основанную на свойствах излучения флуоресцентных материалов и допускает наличие очень большого числа слоев. FM-диск является абсолютно прозрачным и не имеет отражающего слоя.

В основе работы флуоресцентных дисков лежит явление фотохроматизма, которое заключается в изменении физических свойств (в частности появление флуоресцентного свечения) некоторых химических веществ под воздействием лазера. Сам FM-диск представляет собой слоеный пирог, каждый слой которого является прозрачным и имеет спиральные канавки, заполненные флуоресцентным материалом. При возбуждении такого материала лазерным лучом он начинает излучать как когерентный, так и некогерентный свет. Информация записывается только некогерентным светом. При считывании возбужденный фотохром излучает свет, сдвигая спектр падающего на него излучения в сторону красного цвета на определенную величину (в пределах 30...50 нм), что позволяет легко различить сигнал лазера и свет, излучаемый материалом диска. В результате удается избежать ухудшения характеристик сигнала из-за явлений, связанных с когерентностью, и его качество при увеличении числа слоев снижается незначительно.

При использовании синего лазера (длина волны 480 нм) становится возможным увеличение плотности записи информации до нескольких Гбайт на один FM-диск. Важная особенность формата FMD заключается в возможности параллельного считывания сразу с нескольких слоев многослойного диска. При этом, если записывать последовательность бит не вдоль дорожки, а в глубь по слоям, то можно значительно повысить скорость выборки данных. Именно за эту особенность FM-диски и прозвали трехмерными.

Что касается технологии производства FMD, то здесь очень много сходства с производством обычных компакт-дисков. Из прозрачного поликарбоната отдельно изготовляются информационные слои, которые затем связываются между собой. Единственное, что очень важно при производстве FM-диска, так это получение точной формы пита, так как в дальнейшем он заполняется флуоресцентным веществом. Для этих целей используется никелевая матрица (штамп).

Твердотельные накопители. Рынок энергонезависимой памяти в последнее десятилетие переживал стремительный подъем. Так, буквально на глазах флэш-память превратилась из экзотического и весьма дорогостоящего средства хранения данных в один из самых массовых носителей — в универсальное средство хранения и переноса цифровой информации.

Энергонезависимая память широко используется в телефонах и коммуникаторах, портативных аудио- и видеоплеерах, фотоаппаратах и видеокамерах, карманных компьютерах и миниатюрных накопителях USB Flash Drive. Кому не знакомы миниатюрные брелоки с интерфейсом USB (в просторечье — флэшки), которые вытеснили наконец архаичные флоппи-диски, дошедшие до нас практически без изменений чуть ли не с первых персональных компьютеров! Слотами для сменных флэш-карт оснащается все больше мобильных и даже стационарных устройств, таких, например, как DVD-проигрыватели и фотопринтеры, — это расширяет их функциональность и предоставляет пользователям гибкость и удобство неограниченной внешней памяти.

Благодаря расширению возможностей портативных устройств, способных накапливать и переносить данные, спрос на компактные модули хранения информации постоянно растет. И тон в этой области до сих пор задавали решения на базе флэш-памяти — технологии производства легких, компактных, надежных и сравнительно недорогих в производстве носителей.

Это, конечно же, не случайно — ведь по практичности применения с флэш-памятью сегодня ничто не может сравниться. Большой и постоянно растущий объем информации, измеряемый уже десятками гигабайт, высокое быстродействие, отсутствие подвижных деталей и надежность хранения данных, непревзойденная компактность, неприхотливость к внешней среде, низкое энергопотребление и, наконец, удобство подключения и использования — вот секреты успеха флэшек. Отсюда и массовый выпуск, и повсеместная доступность этих высокотехнологичных изделий. Потребителей не может не радовать непрекращающееся снижение цен, которые в ряде случаев достигли уже 25-30 коп. за мегабайт.

Распространенная сегодня флэш-память создается на однотранзисторных элементах (с «плавающим» затвором), что обеспечивает даже несколько большую плотность хранения информации, чем в динамической оперативной памяти (SDRAM), использующей, как известно, минимум два транзистора и конденсаторный элемент. В настоящее время на рынке сосуществует немало различных технологий построения базовых элементов флэш-памяти, разработанных основными ее производителями (Intel, Toshiba, AMD, Sharp, Samsung и др.). Технологии отличаются количеством слоев, методами стирания и записи данных, а также организацией структуры, указанными в их названиях.

Однако самыми распространенными в настоящее время остаются два типа микросхем флэш-памяти — NOR и NAND. Запоминающие транзисторы в обоих типах подключены к разрядным шинам — соответственно параллельно и последовательно. Первый тип — NOR — имеет относительно большие размеры ячеек и быстрый произвольный доступ (порядка 70 нс), что позволяет выполнять программы непосредственно из такой памяти. У второго типа — NAND — меньшие размеры ячеек и быстрый последовательный доступ со скоростью передачи до 16 Мбайт/с, что гораздо удобнее для построения устройств блочного типа, которые используются для хранения больших объемов информации.

Флэш-памяти типа NOR по-прежнему отдается предпочтение во многих портативных устройствах (таких, например, как мобильные телефоны), однако рост популярности карт памяти и накопителей с интерфейсом USB, где применяется флэш-память типа NAND, постепенно выводит в лидеры именно ее. Скажем, если в 2000 году на долю NOR-памяти приходился 91% от всех продаж и она была безоговорочным лидером, то к 2006-му в лидеры вышла NAND-память, на долю которой приходится около 60% продаж, а к 2009 году, по прогнозам аналитиков, ее доля вырастет еще на 10%, оставив памяти типа NOR чуть более четверти рынка.

Сегодня на рынке NAND-микросхем флэш-памяти лидируют компании Samsung и Toshiba, которые занимают там 58,5 и 24,2% соответственно. Однако такие компании, как Hynix, Infineon, Micron и STMicroelectronics, пришедшие в NAND-сегмент чуть позже лидеров, также показали достаточно быстрые темпы роста. Что касается рынка NOR, то здесь лидирующую позицию удерживает компания Intel, однако Spansion (совместное предприятие AMD и Fujitsu) уже буквально наступает ей на пятки.

Главная проблема — недолговечность.

Первые серийные образцы флэш-носителей не радовали пользователей скоростью обмена информацией, однако сегодня скорость считывания и записи данных на флэш-память позволяет даже смотреть полноформатный фильм или запускать операционную систему. Некоторые производители уже представили компьютеры, в которых вместо жесткого диска используется флэш-память, и чересчур оптимистичные пользователи поторопились отказаться не только от флоппи-дисков, но и от винчестеров.

Однако у флэш-памяти есть один очень неприятный недостаток, препятствующий тому, чтобы этот тип носителя заменил все существующие оптические и магнитные накопители: ненадежность и недолговечность. Дело в том, что в силу своего устройства флэш-память допускает ограниченное количество циклов стирания и записи, вполне достижимое даже для владельцев цифровых фотоаппаратов и USB-брелоков, используемых для переноса информации, не говоря уже о более «тяжелых» способах применения типа загрузки с подобного носителя операционной системы или использования ее в качестве рабочего твердотельного диска.

Дело в том, что флэш-накопители построены на свойстве полевых транзисторов хранить электрический заряд в «плавающем» затворе. Наличие или отсутствие заряда в транзисторе рассматривается как логический ноль или логическая единица в двоичной системе счисления. Для записи и стирания данных в NAND-памяти используется туннелирование электронов методом Фаулера — Нордхейма через диэлектрик (FN-туннелирование), что не требует высокого напряжения и позволяет сделать ячейки минимального размера. Однако именно процесс туннелирования заряда физически изнашивает эти ячейки, поскольку при помощи электрического тока заставляет электроны проникать в затвор, проходя сквозь барьеры из диэлектрика. Собственно, срок хранения информации в такой памяти декларируется достаточно длительный — 10 лет, но изнашивает микросхему памяти не чтение информации, а процессы стирания и записи, ведь для чтения через канал просто пропускается электрический ток, не изменяющий его структуры.

Причем по мере роста емкости чипов и удешевления процесса производства заявленный ресурс заметно снижался: от примерно 1 млн циклов записи в один блок, что декларировалось еще несколько лет назад, до 50-100 тыс. в новых моделях. А в дешевой памяти MLC (Multi-Level Cell) ограничение на количество циклов записи еще меньше — до 10 тыс.

Разумеется, производители памяти принимают меры для увеличения срока службы твердотельных накопителей этого типа: в первую очередь они стремятся обеспечить равномерность процессов записи/стирания по всем ячейкам массива, чтобы какие-то из них не подвергались большему износу, чем другие. Равномерность нагрузки обеспечивается различными путями, причем в основном программными. Например, для борьбы с этим явлением применяется технология «выравнивания износа» (wear leveling) — часто изменяемые данные перемещаются по адресному пространству флэш-памяти, так что запись производится по разным физическим адресам. В каждый контроллер заложен свой алгоритм выравнивания, и сравнивать их эффективность у тех или иных моделей затруднительно, поскольку подробности реализации не разглашаются.

Одним из таких путей является резервирование некоторого объема памяти, за счет которого при интенсивной работе с флэшкой обеспечивается равномерная нагрузка и коррекция возникающих ошибок при помощи специальных алгоритмов «подмены» физических блоков в логической адресации. А в целях предотвращения потери информации вышедшие из строя ячейки выводятся из работы — заменяются на «резервные» или блокируются. В результате подобного программного распределения блоков и обеспечения равномерности нагрузки количество циклов удается поднять в 3-5 раз, но этого все равно недостаточно.

Отметим также, что в служебную область любого накопителя записывается таблица файловой системы, чтобы предотвратить сбои чтения данных на логическом уровне, возможные, к примеру, при некорректном отключении накопителя или при внезапном отключении электроэнергии. А поскольку в случае применения сменных устройств система не использует кэширования записи (на случай, если пользователь решит выдернуть флэшку сразу после обращения к ней), то от частой перезаписи особенно страдают области оглавления каталогов и таблицы размещения файлов. Например, если пользователь при однократном обращении переписал тысячу файлов и вроде бы всего лишь по разу использовал на запись те блоки, где они размещаются, то

OTTOM
торговая марка новых общепромышленных и вакуумных электропечей сопротивления
www.ottom.com.ua тел./факс 057 335-25-45
61108, Украина, Харьков, а/я 10363
v.shulayev@kipt.kharkov.ua

ВАТ "СКЛОПРИЛАД"
Виробник лабораторного посуду та контрольно-вимірювальних приладів
• манометри
• мановакуумметри
• напороміри
• термометри технічні
• термоманометри
• монтажна арматура
• ареометри
• гігрометри
• лабораторний посуд
• побутові термометри
• годинники пісочні
тел.: (044)581-11-40/41
www.steklopribor.com

служебные области переписывались при каждом обновлении любого из файлов, то есть таблицы размещения файлов переписывались тысячу раз, а следовательно, занимаемые ими блоки выйдут из строя в первую очередь. Технология «выравнивания износа», конечно, работает и с такими блоками, но ее эффективность ограничена.

К сожалению, с увеличением емкости микросхем флэш-памяти снижается и общее количество циклов записи, поскольку ячейки становятся все более миниатюрными и для рассеивания оксидных перегородок, изолирующих «плавающий» затвор, требуется все меньшее напряжение. Поэтому с увеличением емкости используемых флэш-накопителей проблема надежности только усугубляется.

Причем надежность работы флэш-памяти определяется не только техническими особенностями ее конструкции, но и ситуацией на рынке. Жесткая конкуренция вынуждает производителей любыми путями снижать себестоимость продукции, в том числе за счет упрощения конструкции, перехода на более дешевые комплектующие, ослабления контроля при производстве и т.д. Все это однозначно отражается на надежности. Проблемы при эксплуатации возникают даже у модулей от известных компаний-производителей, что уж говорить об изделиях категории no name, которых с ростом популярности этого типа носителей развелось великое множество.

Практика показывает, что гигабайтная флэш-карточка при интенсивном ежедневном использовании в цифровом фотоаппарате может начать выходить из строя уже через год-два после начала применения.

Миниатюрные флэшки (особенно это касается дешевых моделей) нередко страдают и от грубого обращения. Брелоки зачастую имеют непрочный корпус, тонкую плату и слабое крепление разъема USB, а карты памяти выходят из строя из-за деформации: у них может расслаиваться корпус, выпадать задвижка разрешения записи, смещаться или истираться разделители контактов или сами контакты. Нагрузки на корпус вызывают микротрещины на плате, приводят к нарушению контактов и растрескиванию деталей. От ударов и падений страдает кварцевый резонатор. Большинство устройств имеют негерметичный корпус, допускающий попадание влаги, а некоторые — ненадежную пайку элементов. Карты с открытыми контактами часто страдают от повреждения статическим разрядом в процессе вставки или извлечения из слота.

Поэтому реальный ресурс по записи для каждого конкретного модуля памяти зависит не только от технологии, но и от качества его изготовления, а также от условий эксплуатации, так что на практике ресурс может быть гораздо ниже заявленного. В то же время, как мы уже упоминали, число считываний ничем не ограничено и гарантируется хранение единожды записанных данных в течение 10 лет. Так что если обычные карточки флэш-памяти и USB-брелоки не использовать в качестве постоянного накопителя, не редактировать на них документы и изображения, не держать на них базы данных и не работать с операционной системой, записанной непосредственно на карточку памяти, то они будут служить вам достаточно долго и безотказно.

Перспективы развития

Итак, несмотря на очевидные достоинства, современная флэш-память имеет серьезные недостатки, препятствующие дальнейшему расширению области ее применения. Поэтому разработчики пытаются найти альтернативные решения в рассматриваемой области. Конечно, их взоры в первую очередь обращены на так называемые наследуемые технологии, то есть на усовершенствование существующих разработок, что не потребует значительных изменений в технологическом процессе производства готовой продукции. Так что можно не сомневаться в том, что фирмы, выпускающие флэш-память, будут стараться использовать весь потенциал этого типа носителей перед переходом на накопители другого типа и продолжат совершенствовать традиционную флэш-технологию.

Однако сегодня на пороге промышленной реализации стоит уже целый ряд альтернативных технологий хранения данных, многие из которых готовы к внедрению и ожидают только благоприятной рыночной ситуации. Об этом мы и поговорим в следующем номере.

(продолжение следует)

Дмитрий Жулин

21 - 24 сентября 2010
Донецк, Украина

МЕТАЛЛУРГИЯ 2010

VII - МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА МАШИН, ОБОРУДОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОДУКЦИИ ГОРНО - МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

ОРГАНИЗАТОР:

- Специализированный выставочный центр "ЭКСПОДОНБАСС"

При поддержке:
- Министерства промышленной политики Украины
- Донецкой областной государственной администрации

Т/ф: +38(062) **381-21-35, 381-24-41**
E-mail: yarosh@expodon.dn.ua, metal@expodon.dn.ua,
http://www.expodon.dn.ua

ул. Челюскинцев, 189в, **Донецк**, 83048, **Украина**
Специализированный выставочный центр **«ЭКСПОДОНБАСС»**

Экструзионно-выдувное формование

Технология экструзионно-выдувного формования дала возможность производить рационально и экономично полые изделия из пластика — будь то флаконы или канистры, игрушки или даже детские кресла для автомобилей. В формообразовании активно участвуют не только стенки пресс-формы, но и воздух, который заставляет термопластичный пластик прилегать к стенке пресс-формы.

The technology of extrusion-blown molding has given the chance to make rationally and economically hollow products from plastic — whether these are bottles or canisters, toys or even children's armchairs for cars. In shape forming not only compression mold walls actively take part, but also air which forces thermoplastic to adjoin to a compression mold wall.

Экструзионно-выдувное формование применяется для изготовления полых объектов массой более 350 граммов из наиболее распространенных полимерных материалов, таких как ПЭНП, ПЭВП, ПП, ПС, ПК.

За несколько десятилетий промышленного освоения технологий инженерам различных машиностроительных предприятий удалось создать множество уникальных принципов реализации технологии экструзионно-выдувного формования. Рассмотрим их подробнее.

Азы

С точки зрения теории, выдувное формование — достаточно простой процесс: свежеэкструдированная или предварительно разогретая до пластичного состояния заготовка (паризон) фиксируется между формующими плитами инструмента. Выдувной дорн нагнетает в заготовку сжатый воздух, что приводит к ее раздутию и прилеганию к стенкам формообразующей полости. Затем формованное изделие охлаждается за счет циркуляции в каналах пресс-формы охлаждающей жидкости. После кристаллизации полимера пресс-форма размыкается, изделие переходит в позиции окончательного охлаждения и финишной обработки (если требуется удаление облоя, подрезка кромок и т. д.).

Однако в зависимости от метода выдува процессы, происходящие в реальных машинах, могут сильно отличаться и состоять из более сложной последовательности фаз технологического цикла.

Учитывая, что заготовкой для выдува служит непрерывный паризон (рукав), который вырабатывается экструдером — агрегатом непрерывного действия, структура расплава в паризоне единообразна по всей его длине, что благотворно сказывается на физических свойствах формуемой детали. Вместе с тем сам процесс выдува носит циклический характер, что вносит определенные затруднения в практический аспект реализации процесса — за время образования очередного паризона нужной длины должна быть осуществлена целая последовательность фаз: смыкание, выдув, охлаждение изделия и его извлечение из пресс-формы. Инженерам пришлось решать эту проблему разными путями. Поэтому экструзионное формование также можно классифицировать по экструзионному процессу:

1. Непрерывная экструзия:
   - выдув в машинах челночного типа;
   - выдув в машинах роторного типа.
2. Периодический процесс:
   - выдув с применением аккумуляторной экструзионной головки;
   - выдув в машинах с периодической экструзией.

Непрерывная экструзия

Машины челночного типа. В машинах этого типа осуществляется распараллеливание процессов экструзии паризона и выдува. Это достигается за счет возвратно-поступательного движения каретки с пресс-формой из позиции захвата паризона и его подрезания сверху в позицию непосредственно калибровки горлышка (если необходимо) и выдува. Таким образом, в момент, когда паризон выходит на нужную длину из экструзионной головки, каретка оказывается в положении под паризоном с разомкнутыми плитами пресс-формы по обе стороны от паризона, плиты смыкаются, защемляя паризон с обоих концов. При этом паризон продувается изнутри, чтобы при смыкании избежать его слипания и неконтролируемой деформации горловины и участка паризона внутри пресс-формы. Кроме того, в ряде изделий диаметр паризона больше диаметра горловины (не говоря уже о том, что оси горловины и паризона могут не совпадать).

Дополнительно в пресс-форме снаружи паризона обеспечивается разряжение, что также препятствует его слипанию и облегчает процесс формования. Одновременно со смыканием пресс-формы осуществляется обрезка паризона гильотинным или ротационным ножом. После чего каретка с пресс-формой перемещается в позицию выдува, где в горловину входит выдувной дорн, который одновременно может быть оснащен специальным устройством для калибровки горловины, чтобы окончательно сформовать гладкую цилиндрическую внутреннюю и резьбовую наружную поверхности. Выдувной дорн осуществляет роздув паризона, в результате чего происходит формование изделия. После завершения фазы охлаждения пресс-форма размыкается и возвращается обратно для захвата нового паризона. Отформованная бутылка снимается с выдувного дорна и попадает на транспортное устройство, чтобы далее переместиться на позиции охлаждения и финишной обработки, где осуществляется удаление облоя сверху и снизу отформованного полого изделия. Для удаления облоя применяются специальные ножевые штампы, кромки которых повторяют геометрию отформованного изделия в места удаления облоя (с боков горловины и снизу).

Экструзионно-выдувное формование позволяет получать асимметричные относительно вертикальной оси емкости со смещенной горловиной. Есть также возможность формовать обычные и утопленные ручки, получая характерные ка-

нистры самой различной формы и емкости (до 15 л). Для получения утопленных ручек применяются пресс-формы с подвижными шиберами, которые обжимают паризон под формуемой ручкой.

Учитывая, что вытяжка паризона будет различной по всей его длине в зависимости от дизайна емкости, необходимо обеспечить соответствующую разнотолщинность паризона на определенных отрезках — там, где конечное положение стенки готового изделия дальше от оси паризона, толщина сечений рукава должна быть больше по сравнению с участками, где вытяжка меньше. Это позволит обеспечить равнотолщинность стенок изделия в самых разных его участках по окончании формообразования. Коррекция толщины паризона осуществляется в самой экструзионной головке на последнем участке калибрования рукава за счет относительного движения наружного кольца головки и внутреннего калибрующего дорна, формирующего внутреннюю поверхность паризона. Внутренняя поверхность наружного кольца экструзионной головки имеет коническую форму, что дает возможность за счет изменения взаимного положения калибрующего дорна и наружного кольца менять толщину кольца поперечного сечения паризона. Часто для контроля коррекции толщины стенки паризона применяются ультразвуковые измерители толщины паризона в нескольких точках по мере того, как он выходит из экструзионной головки.

Для увеличения производительности процесса формования применяются многоручейные головки, в которых расплав делится на несколько ручьев и проходит через блок экструзионных головок, где в каждой образуется отдельный паризон. Серийные машины могут иметь от 4 до 16 ручьев. Количество гнезд в пресс-форме, как и выдувных дорнов, соответствует количеству ручьев экструзионного блока.

Очевидно, что главным недостатком многоручейных систем является их высокая первоначальная стоимость (включая инструмент) и большие эксплуатационные затраты. Кроме этого, даже при небольшом числе гнезд можно увеличить производительность процесса за счет использования машины с двумя станциями выдува. В этом случае более производительный экструдер обслуживает сразу две каретки с пресс-формами, расположенными по обе стороны от экструзионной головки, они поочередно захватывают паризон и отправляют его на свои станции выдува. Такая конструкция дает прирост в производительности в 80%, но при этом дороже одностанционных моделей лишь на 30%.

Данный метод выдувного формования имеет свои преимущества и недостатки, связанные с конструкцией машины и принципами ее работы.

Преимущества машин челночного типа:

- относительно невысокие производственные требования (площадь, высота потолков, энергозатраты);
- разнообразие реализуемого дизайна изделий;
- возможность формования ручек;
- возможность калибровки горловины в ходе стандартного процесса;
- высокая гибкость переналадки на широкий диапазон объемов изделий и на число гнезд, выполняемых на одной и той же машине;
- относительно невысокая цена (от 250 тыс. долларов);
- возможность соэкструзии (смотровая полоска, многослойные стенки).

Недостатки:

- невозможность переработки ПЭТ;
- много трущихся подвижных частей;
- могут иметь достаточно сложные приводы и управляющую ими автоматику;
- недостаточная производительность одной машины для больших объемов;
- определенная сложность многогнездных систем.

Тем не менее, при малых объемах и частых переналадках челночные машины все еще остаются более предпочтительными.

Наиболее современные образцы оборудования этого типа производят такие фирмы, как Kautex Maschinenbau, Hesta-Graham, Bekum (Германия), Uniloy-Milacron (США-Германия-Италия), Jomar (США-Италия) и другие. Вообще же подобное не слишком сложное оборудование производят сотни различных предприятий по всему миру, включая и страны Юго-Восточной Азии.

Машины роторного типа. У оборудования данного типа, как и у машин челночного типа, применяются подвижные станции выдува. Но с двумя принципиальными отличиями. Во-первых, они совершают не возвратно-поступательное движение, а совершают оборот, находясь в ободе большого колеса. Во-вторых, количество станций формования в машинах роторного типа несоизмеримо больше, чем у машин челночного типа — например, в высокопроизводительных машинах американской фирмы Wilmington Machinery может быть до 30 выдувных станций, расположенных в роторе с горизонтальной осью (вертикальное колесо). Выдув осуществляется на каждой станции ротора.

Экструзионная головка может выдавать 2 паризона, а у некоторых моделей и все 4. При скорости вращения ротора 6 об/мин подобная установка способна работать с колоссальной производительностью — свыше 20 тыс. бутылок (до 2 л) в час.

В зависимости от расположения экструзионной головки относительно ротора (в позиции 12 часов или 3 часа) выдувные станции могут быть сориентированы либо радиально, либо по касательной к траектории вращения. Изделие может извлекаться либо в нижней позиции (нижний сектор окружности), либо в верхней — «на 12 часов».

Впрыск сжатого воздуха осуществляется, как правило, иглой, поэтому у многих моделей возни-

кает необходимость в последующей калибровке горловины, которая выполняется на конечных участках производственной линии. Однако это дает и некоторые преимущества.

Емкости не слишком сложной формы можно выдувать «сиамскими близнецами» — горлышко к горлышку. Для этого сжатый воздух впрыскивается из иглы сбоку в месте слияния горловин. Дальше остается разделить емкости и при необходимости осуществить калибровку горловины.

Существуют и машины карусельного типа. Они уже больше напоминают челночные машины, но у «каруселей» выдувные станции движутся по кругу в горизонтальной плоскости, по очереди проходя под экструзионной головкой. Карусельные машины применяются для выдува более крупных изделий, емкостью свыше 6 л.

Уже из краткого описания машины становится понятно их предназначение — массовый выпуск однообразной продукции. Такие машины пользуются большой популярностью в Северной Америке, где объемы производства различных емкостей для пищевой или химической отрасли могут исчисляться миллиардами единиц одинаковой продукции. В этом случае себестоимость изделий будет наименьшей по сравнению с другими производственными площадками, где эксплуатируются выдувные машины любых других типов.

Известных производителей роторных выдувных машин гораздо меньше — это, прежде всего, уже упомянутая фирма Wilmington Machinery (США), Uniloy-Milacron (США), Urola (Испания).

Преимущества машин роторного типа:

- низкая себестоимость процесса выдува;
- эксплуатационная простота машины;
- возможность производить емкости с ручкой;
- простота реализации технологии декорирования в форме (IML);
- при экструзии в один паризон наименьшая себестоимость многослойного выдува.

Недостатки:

- нельзя изменить количество выдувных станций в роторе;
- небольшой диапазон выдуваемой продукции на одной и той же машине;
- дорогая переналадка на другую продукцию;
- необходимость выполнения отдельных финишных операций (калибрование, триминг) вне машины;
- высокая стоимость оборудования.

Циклическая экструзия

Данные методы выдува предполагают протекание процесса экструдирования паризона с интервалами, необходимыми для завершения цикла выдува.

Выдув в машинах с возвратно-поступательным движением шнека. В оборудовании этого типа экструдер осуществляет не только пластикацию расплава, но и отвечает за нагнетание расплава в экструзионную головку, т. е. его шнек работает так же, как в термопластавтомате, совершая помимо вращательного движения еще и возвратно-поступательные движения для сдвига накопленной перед шнеком порции расплава в экструзионную головку. Таким образом, экструдер выдает паризон периодически, давая возможность стационарной пресс-форме осуществить полный цикл выдува. Благодаря возвратно-поступательному движению шнека удается увеличить производительность — время цикла выдува малых емкостей (10 мл) уже не 9–10 сек., как в челночных машинах, а может быть ниже 5 секунд. Кроме этого, большое давление расплава позволяет эффективнее применять многоструйные экструзионные головки, что дает большую производительность при меньших капитальных затратах. Например, машины с 8 экструзионными головками могут производить до 4800 бут./час емкостью 250 мл.

Большая скорость выхода паризона позволяет легко выдувать тонкостенные контейнеры, что бывает недостижимо для иных машин экструзионно-выдувного формования при переработке наиболее распространенных материалов.

К сожалению, присутствие возвратно-поступательного перемещения при работе шнека не позволяет выдувать многослойные изделия. Правда, есть возможность выдувать канистры со смотровой полоской.

Чаще всего машины с возвратно-поступательным шнеком используются при производстве малых емкостей из полиолефинов для молочной и некоторых других областей пищевой индустрии, для производства игрушек. Кроме этого, подобные машины могут выдувать и крупные емкости — до 20 л, однако добиться существенного выигрыша в производительности в этом случае уже не удастся.

Наибольшей известностью в этом сегменте пользуется оборудование фирм Rocheleau Tool & Die Co., Uniloy-Milacron (США).

Преимущества машин с возвратно-поступательным движением шнека:

- относительно невысокая стоимость;
- относительно низкая себестоимость выдува по каждому гнезду;
- простота настройки;
- простота перехода на другой цвет;
- тонкостенное литье;
- возможность формования ручки;
- возможность переработки полимеров при экстремально низких температурах.

Недостатки:

- невозможность многослойного выдува;
- труднее управлять паризоном;
- в основном, перерабатываются только полиолефины.

Машины с аккумулирующей экструзионной головкой. В этом оборудовании, как и в предыдущем случае, пластикация полимера и экструзия паризона разбита на две отдельные стадии. И в этом случае экструзия также происходит циклически. Вначале экструдер наполняет расплавом полость экструзионной аккумулирующей головки. По накоплению заданного объема полимера специальный плунжер выдавливает полимерный материал через инструментальную часть, дозируя паризон определенной длины. При этом паризон опускается в пространство между разомкнутыми плитами неподвижной пресс-формы. Затем пресс-форма смыкается и происходит стандартный цикл выдува. В это же время экструдер на-

капливает очередную порцию расплава в аккумулирующей головке. После размыкания пресс-формы захват переводит готовое изделие на позиции финишной обработки. А в разомкнутую пресс-форму выдавливается новый паризон.

Подбирая для определенного диапазона задач аккумулирующую головку накапливаемого расплава достаточной емкости можно выдувать изделия большего объема, чем позволил бы экструдер из стандартного типоряда для своего класса машин. Скажем, аккумулирующей головки на 5 л хватит для выдува в один паризон 40-литрового контейнера. Таким образом, применение аккумулирующих головок позволило увеличить объем выдуваемых емкостей без необходимости комплектования машины более производительным экструдером, что положительно сказывается на общих энергозатратах и производительности процесса. Поэтому сейчас на машинах с экструдерами из стандартного типоряда удается выдувать емкости невиданного объема — до 5 тыс. л.

Кроме всего прочего, неподвижная компоновка пресс-формы позволила более гибко подойти к выбору точки впрыска — сверху, снизу, с помощью иглы в произвольной точке.

Среди сотен производителей оборудования из самых разных стран мира наилучшие позиции по оборудованию с аккумулирующей головкой занимают фирмы Kautex Maschinenbau, Bekum, Hesta-Graham (Германия), Uniloy-Milacron (США-Германия, Италия) Automa, Magic, Meico (Италия) и т. д.

Преимущества машин с аккумулирующей головкой:

- большой диапазон изделий, выдуваемых на одной машине;
- относительно простая кинематика;
- возможность выдува очень больших емкостей;
- много вариантов расположения точки выдува;
- выдув и финишная обработка изделий в пределах одной машины.

Недостатки:

- невысокая производительность;
- высокая стоимость;
- большая занимаемая площадь, большая высота оборудования;
- только однослойные емкости.

При таком многообразии как самих технологий экструзионно-выдувного формования, так и производителей оборудования можно подобрать оборудование точно в соответствии с производственными потребностями. Конечно, в условиях кризиса многим остается только грустно листать зарубежные каталоги. Все же кризис — не навсегда. Пока тяжело с финансами, имеет смысл изучить предлагаемые машины.

Евгений Дряхлов

X-й научно-технический семинар

«БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПРЕССОРНОГО И НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ»

7-10 сентября 2010 года, г. Одесса, Украина

Организаторы семинара:

«ТРИЗ» ЛТД ООО, г. Сумы при участии Одесский Припортовый завод, г. Южный

Тематика семинара:

- современные технологии, комплектующие, материалы и вспомогательные системы для повышения надежности компрессорного и насосного оборудования,
- диагностика, мониторинг, определение остаточного ресурса,
- энерго- и ресурсосберегающие технологии,
- модернизация оборудования с целью повышения производительности и экономичности,
- усовершенствование системы обслуживания и управления ремонтами,
- деловое общение.

На семинар, по традиции, приглашаются ведущие специалисты технических служб предприятий химической, нефтехимической и газовой промышленности.
Для предприятий-поставщиков имеется возможность организации выставок и презентаций.
Место проведения семинара: Оздоровительный комплекс «Чабанка», пгт. Черноморское, Коминтерновский район, Одесская обл., Украина
Информационные спонсоры: журнал «Химическая техника» г. Москва;
журнал «Компрессорная техника и пневматика» г. Москва;
журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение» г. Москва;
журнал «Мир техники и технологий» г. Харьков.
Стоимость участия в семинаре - эквивалент $300 за каждого участника.
Оргкомитет семинара: «ТРИЗ» ЛТД ООО, ул. Машиностроителей, 1, 40020, г. Сумы, Украина.
Для корреспонденции: а/я 1241.
Тел.: (0542) 700-076, 700-073, факс (0542) 786-801, 700-075,
e-mail: economist@triz.sumy.ua, marketing@triz.sumy.ua, triz@triz.sumy.ua

Приглашаем главных механиков и представителей технических служб, а также заинтересованные компании и фирмы к участию в семинаре.

Тенденции экструзионно-выдувного формования — снижение затрат

Снижение себестоимости изделия — именно так можно коротко охарактеризовать общую тенденцию в развитии экструзионно-выдувного оборудования в последнее время. Безусловно, эта важнейшая составляющая любого бизнеса всегда вдохновляла экструзионно-выдувную индустрию, но сейчас эту идею уже можно назвать действительно превалирующей.

Decrease in the cost price of a product — that's so it is possible to characterize shortly the general tendency in development of the extrusion-blown equipment recently. Certainly, this major component of any business always inspired the extrusion-blown industry, but now this idea can be already named as really prevailing.

Предыдущее «помешательство» производителей экструзионно-выдувной техники в основном сводилось к бесконечному увеличению количества гнёзд в одной машине, что также опосредовано направлено на снижение себестоимости изделия, но результат не всегда приводил именно к этому.

Известно, что себестоимость выдувного изделия складывается в первую очередь из материальной (сырьевой) себестоимости, а также из затрат на персонал и электроэнергию. Дополнительные расходы (например, такие как маркетинг или аренда помещений) здесь рассматривать бессмысленно, т.к. их размеры и методики пересчёта очень индивидуальны и неоднозначны.

Рассмотрим эти три составляющие в отдельности.

Снижение сырьевой себестоимости

Чем меньше весит изделие — тем меньше его себестоимость. Это самая прямолинейная и очевидная зависимость. Однако, понятно, что снижение веса приводит к снижению прочности и в результате ёмкость просто не отвечает положенным требованиям. Много лет назад экструзионно-выдувные машины стали почти повсеместно оснащаться системами паризон-контроля. Эти системы позволяют регулировать зазор экструзионной головки на лету по заданному профилю и таким образом, распределяя массу по нужным участкам изделия и срезая её с ненужных участков, достигалась оптимизация веса. Для ёмкостей начиная с 1-литровых выигрыш в весе был всегда, при любом дизайне бутылки. Паризон-контроль осуществлял вертикальную оптимизацию массы, т.к. профиль толщины регулируется по вертикали изделия снизу вверх (или наоборот). Мы могли облегчить (или утяжелить), например, нижнюю часть изделия, но не могли ничего поделать, если нужно облегчить, например, боковые стенки изделия относительно лицевых.

Сегодня разработаны и активно предлагаются всевозможные системы для радиальной оптимизации толщины стенки изделия. Самая «простая» система — это Static Flexible Die Ring (SFDR) или т.н. «гибкие фильеры».

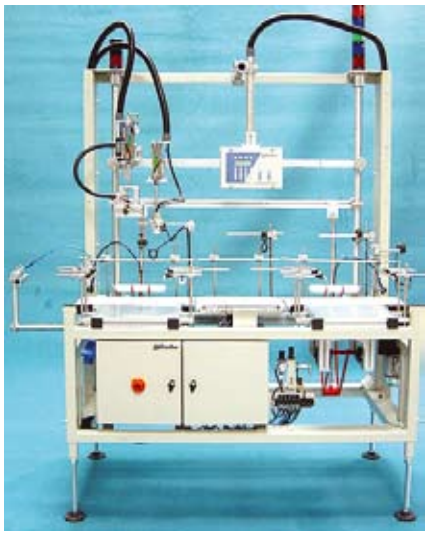
SFDR позволяет осуществлять тончайшее распределение полимерной массы по сечению изделия, которое невозможно достичь одним механическим профилированием фильеры. С помощью системы SFDR (конечно, вкупе с хорошо профилированной фильерой) можно укреплять углы и рёбра изделия и снижать массу у основных стенок. В результате изделие выдерживает те же нагрузки, а его конечный вес становится ниже. На 5-литровых канистрах это обеспечивает экономию на каждом изделии до 15–25 гр., а на 10-литровых — до 25–35 гр. Это потрясающие цифры, если говорить о промышленных масштабах производства.

Технология SFDR позволяет настраивать рукав в режиме, когда машина не работает, т.е. сечение рукава не меняется на лету, а устанавливается на всю длину изделия.

Система Partial Wall-thickness Distribution System (PWDS) PWDS включает в себя не только «гибкую фильеру», но и исполнительные механизмы для сдавливания матрицы на лету (во время выхода рукава из головки), а также программное обеспечение для управления этим процессом. На экструзионно-выдувной машине с PWDS на наружной части головки в районе фильеры устанавливаются два гидроцилиндра — один напротив другого и перпендикулярно линии разъёма прессформы. Гидроцилиндры сдавливают фильеру (которая выполняется из особой эластичной стали) в нужный момент и, таким образом, «овализируют» рукав в нужных секциях. В этих секциях часть массы перемещается на шов разъёма, укрепляя его, и одновременно часть массы уходит из паразитических зон по бокам. На контроллере машины задаётся профиль сдавливания матрицы фильеры, что в итоге позволяет оптимизировать распределение массы на двух уровнях — вертикально с помощью паризон-контроля и радиально с помощью системы PWDS. Система PWDS начинает давать колоссальный выигрыш в весе начиная с канистр объёмом 20 литров, но также эффективна на канистрах 10 литров, при этом, конкурентоспособные бочки 100–200 литров без системы PWDS производить вообще невозможно.

Принцип сдавливания и перемещения фильеры относительно мундштука не только в вертикальной, но и горизонтальной плоскости дал жизнь целому ряду других идей по оптимизации сечения рукава. Существуют специальные решения, где вокруг фильеры устанавливается не два, а целый ряд цилиндров. Эти цилиндры по заданному профилю перемещают матрицу фильеры относительно мундштука и гибко уменьшают или увеличивают толщину стенки в той или иной части рукава именно в горизонтальном сечении. Подобные систе-

мы нестандартны, исключительно дороги и применение их находится в производстве сложных деталей с очень неравномерным расположением относительно центра. Обычно это некоторые автокомпоненты, некоторые игрушки и другие «технические» детали.



Снизить сырьевую себестоимость можно не только путём уменьшения веса изделия

В большинстве случаев смесь для выдува изделия включает в себя не только основной материал, но и добавки (как правило, красители). Поскольку процентная доля добавок в общей массе продукта не столь велика, обычно 1–3%, производители часто не придают большого значения расходам на их приобретение. С другой стороны, при небольшой доле добавки сами по себе обходятся достаточно дорого, во много раз дороже в пересчёте за 1 кг по сравнению с основным полимерным материалом. При этом, одно дело цена диоксида титана (обычный белый краситель), другое — цена специальных красителей редких цветов с всевозможными визуальными эффектами (перламутровый блеск и т.п.). Именно поэтому, в особенности в косметической отрасли, производители флаконов сегодня повсеместно переходят на двухслойные и трёхслойные технологии.

Соэкструзионно-выдувные машины, сконфигурированные для производства двух- или трёхслойных изделий, позволяют снизить расход дорогостоящих добавок в 10 раз, поскольку эти добавки включаются лишь в самый тонкий наружный слой флакона. Для производства флаконов со специальными поверхностями, например soft touch, двух- или трёхслойный метод производства является практически обязательным, т.к. дорогостоящие материалы, формирующие поверхность, вводятся не как добавки, а как основной материал. Можно себе представить разницу в себестоимости флакона содержащего 5 или 10% специального материала + оставшаяся масса обычного полиэтилена и флакона на 100%, состоящего из специального очень дорогого полимера.

Трёхслойная технология по сравнению с двухслойной обеспечивает больший масштаб экономической эффективности. Трёхслойный флакон в своём среднем слое может содержать больше вторичного сырья, чем стандартные 20–40%, полученные путём измельчения облоя и брака с этого же производства этого же флакона. В средний слой можно помещать либо «дроблёнку» от других изделий этого же предприятия (независимо от цвета, ведь этот слой не видно), либо вторичное сырьё, закупленное на рынке у специализированных переработчиков по более низкой цене, чем полностью первичное сырьё.

Снижение затрат на персонал + снижение процента брака

Вторая по значимости статья расходов на выдувном производстве — это персонал. Под сокращением затрат на персонал, естественно, не имеется ввиду уменьшение зарплат. Специалисты, тем более хорошие опытные специалисты обязаны стоить дорого. Сокращение затрат на персонал — это прежде всего автоматизация процессов.

Довольно давно ставшее стандартом на рынке автоматическое удаление облоя с выдувных изделий позволило снизить нагрузку на упаковщиков, количество которых теперь меньше, чем количество точек выемки продукции выдувных машин на предприятии. Для дальнейшего снижения количества упаковщиков можно использовать конвейерные и накопительные узлы, а также автоматизацию процесса упаковки продукции в плёнку и/или коробки.

Прежде всего, с помощью конвейеров можно объединить потоки готовых изделий с двухстанционной экструзионно-выдувной машины к одной точке выема. Это сразу снизит количество точек упаковки в два раза. При производстве однотипной продукции на нескольких машинах конвейерная сеть может быть продолжена и потоки изделий объединены не только с двух станций одной машины, но и сразу с нескольких выдувных машин. Снижение точек упаковки позволяет более рационально использовать каждую из них. Автоматическая конвейерная система может затем передавать готовые изделия сразу на линию фасовки/розлива или в автоматические узлы упаковки, где ёмкости будут обёрнуты плёнкой и/или упакованы в коробки и разложены по паллетам. В результате численность низкоквалифицированного персонала, выполняющего простую однообразную работу, можно снизить в несколько раз – практически до нуля.

Другой важной областью применения автоматизации является проверка качества. Развитие этой технологической сферы также происходит непрерывно. Давно присутствующие на рынке тестеры герметичности постепенно обрастают всё новыми и новыми функциями. Сейчас можно контролировать не только герметичность, микротрещины и общую целостность изделия, но и лишние включения внутри горловины, неудалённый облой, вес и даже устойчивость изделия к вертикальным нагрузкам (основное прочностное требование к выдувным ёмкостям). Последние разработки специализирующихся в этой области компаний, таких как Delta Engineering из Бельгии, позволяют с помощью инфракрасных камер на лету просвечивать изделия на предмет неравномерных распределений стенки, лишних утолщений или наоборот слабых мест. Возможно также вести реестр проведённых проверок в удобном формате с передачей данных на компьютер, а при систематическом отклонении, например, от штатного веса узел проверки качества может сам подать необходимый сигнал на выдувную машину об увеличении или уменьшении зазора головки, чтобы вернуть вес в норму. Такая обратная связь выводит процесс экструзионно-выдувного формования на абсолютно новый уровень.

Важнейшим является не только то, все эти стадии проверки в принципе осуществляются, а то, что происходит это автоматически для 100% потока готовых изделий. Обычные производственные упаковщики редко, когда действительно могут определить что-то, кроме совершенно очевидного брака. Как

правило, в коробку (пакет) с готовыми изделиями летит всё, что более или менее похоже на готовое изделие, а в ночную смену вообще всё. Чтобы хоть как-то контролировать качество готовых выдувных изделий в попытках снизить процент брака, предприятия оборудуют целые лаборатории качества, нанимают дополнительных специалистов по качеству, которые постоянно (или время от времени) исследуют выборочные партии изделий. Все эти проверки, безусловно, дают пищу для размышлений и улучшений, но это несравнимо со 100% контролем и корректировкой качества изделий, которую обеспечивают полностью автоматизированные системы. Кроме того, чем меньше специалистов по качеству и дополнительных инженеров по оптимизации процесса, чем меньше наладчиков можно оставлять в ночную смену — тем меньше постоянные издержки предприятия.

Казалось бы, описанные транспортные, упаковочные системы, узлы контроля качества не относятся напрямую к выдувному оборудованию и не производятся непосредственно производителями выдувных машин. С другой стороны, профессиональные поставщики выдувного оборудования уже давно перестали быть просто продавцами станков. Поставка полноценных линий для производства выдувных изделий, включающая в себя и экструзионно-выдувную машину и множество дополнительных устройств и систем, доводящих процесс до идеального, это сложная инженерная работа. Такая работа предполагает серьёзную ответственность, требует опыта, знаний и энтузиазма, и именно этого ожидают современные клиенты от современных поставщиков, что также можно назвать одним из важнейших трендов в выдувном формовании.

Снижение затрат на электроэнергию

Наименьшая из трёх основных статей затрат на выдувном производстве — электроэнергия. В производстве методом литья под давлением на термопластавтоматах обозначена совершенно чёткая тенденция к сокращению затрат на электроэнергию путём применения полностью электрических машин — это действительно сокращает затраты на электроэнергию в несколько раз. Электрические выдувные машины также появляются, но их экономическая эффективность впечатляет не столь сильно — экономия потребления электричества составляет «лишь» 25%.

Это связано с иной концепцией работы экструзионно-выдувной машины по сравнению с термопластавтоматом. В экструзионно-выдувной машине основным потребителем является экструдер, который вращается постоянно, пока машина работает, со стабильным количеством оборотов в минуту. Экономить здесь не на чем, экструдер и так имеет электрический привод, и снизить его энергопотреблением можно только путём использования более эффективных моторов и более эффективных шнеков. Развитие в этой области происходит постоянно. Более энергоэффективные моторы переменного тока приходят на смену моторам постоянного тока (которыми до сих пор частенько комплектуют свои машины европейские производители). Эффективность шнеков также увеличивается и при тех же диаметрах удаётся «снимать» всё больше и больше полимера в единицу времени.

Что касается других потребителей электричества, а именно движений машины, то здесь также концепция выдувной техники отличается от ТПА. Движения экструзионно-выдувной машины (перемещение каретки, открытие/закрытие прессформы, вырубка облоя) более равномерны между собой с точки зрения расхода электроэнергии и, в особенности на двухстанционных машинах, следуют непрерывно друг за другом. В том числе благодаря грамотному использованию гидроаккумуляторов такая схема работы машины практически не приводит к наличию временных периодов, когда гидравлика работает вхолостую.

В экструзионном выдуве отсутствуют такие привычные для литья под давлением понятия как: высокоточный высокоскоростной впрыск материала под огромным давлением, высокоточный набор дозы с мгновенной раскруткой и остановкой шнека и быстрое создание огромного усилия смыкания (большинство экструзионно-выдувных машин под упаковку генерируют усилие смыкания не более 8–12 тонн). Поэтому электрические приводы не дают выдувной машине никаких преимуществ в скорости или точности — те задачи, которые ставятся, решаются гидравликой с аналогичной скоростью и точностью.

В результате по-настоящему актуальные преимущества электрической выдувной машины по сравнению с гидравлической сводятся к 25% экономии электричества. Стоит ли это требуемых дополнительных инвестиций, каждое предприятие может посчитать и решить для себя самостоятельно.

Помимо сердца линии, т.е. экструзионно-выдувной машины, ощутимыми потребителями электроэнергии являются охладители, компрессоры и дробилки. Мельчить, т.е. подбирать эти узлы по мощности «в притык», чтобы сэкономить электричество, не стоит, однако некоторую оптимизацию провести всё-таки можно.

В частности, для более энергоэффективного использования охладителей следует разделить потоки охлаждающей воды на гидравлическое масло и на прессформы. Эти точки охлаждаются с достаточно разной температурой (формы 7–9 градусов, масло 15–25 градусов). Кроме того, можно использовать популярные сегодня фрикулеры, которые позволяют использовать абсолютно бесплатные возможности климата для охлаждения оборудования. Немного сэкономить мощность компрессоров можно путём централизации их подбора и использования мощных ресиверов.

Резюме

Сегодня предлагается достаточное количество вариантов для оптимизации выдувных производств, для снижения издержек при сохранении или улучшении качества. Очевидно, что для того, чтобы воспользоваться этими возможностями сначала необходимо в них инвестировать. Можно удивляться, но вышеперечисленными возможностями на предприятиях России и СНГ всецело не пользуется практически никто. Остаётся надеяться, что подход «сэкономить, чтобы потом ещё сэкономить» в сознании предприятий будет постепенно заменяться принципом «инвестировать, чтобы снизить издержки и увеличить эффективность».

Станислав Забелин

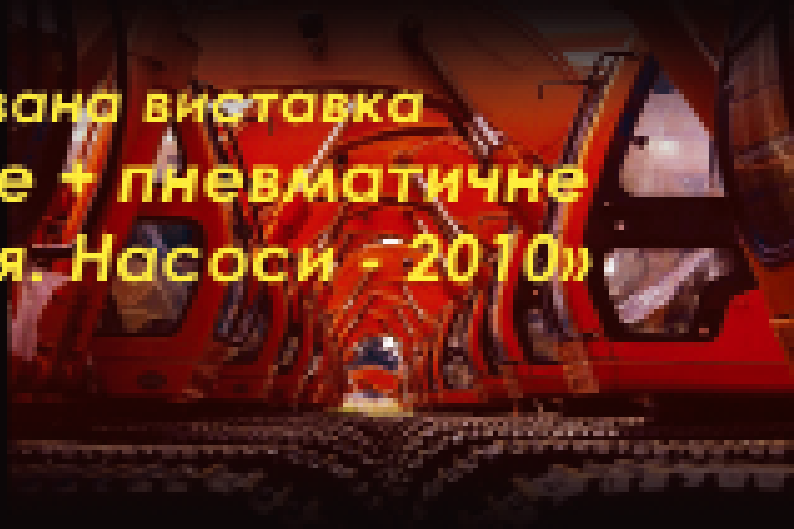
Спорткомплекс НТУ "ХПИ"
м. Харків, вул. Артема, 50-а
(ст. метро "Пушкінська")

29 вересня - 1 жовтня

ЗАПРОШУЄМО
НА СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ

X I спеціалізована виставка
«Машинобудування. Металургія. Металообробка - 2010 »

X спеціалізована виставка
«Гідравлічне + пневматичне обладнання. Насоси - 2010»



ОРГКОМІТЕТ:
К.І. - Kharkiv InfoExpo

www.INFOEXPO.kharkov.ua

(057) 719-45-17, 754-65-69, 719-45-18

Торговый зал промышленного оборудования №6-7/2010

Продажа • Покупка • Услуги

ООО «Станко Груп»

Основная направленность работы предприятия – выполнение мероприятий по модернизации и капитальному ремонту металлообрабатывающего оборудования.

Цель работ – повышение технического уровня станков, в том числе, надежности, удобства эксплуатации и обслуживания, повышение точности до паспортной.

Наш инженерно-технический персонал имеет большой опыт в области станкостроения. Оказываем помощь заказчику в составлении **технического задания** на ремонт или модернизацию станочного оборудования.

С помощью специального **шлифовального устройства** имеем возможность восстановления геометрии станка на производственной площади у заказчика с частичным демонтажом оборудования.

Устанавливаем новые системы **ЧПУ** и **УЦИ** на все виды станков токарной, фрезерной и шлифовальной групп «под ключ» с составлением новой документации.

Инженерами-электронщиками разработаны **программируемые контроллеры** с возможностью коммутации муфт электронными ключами с применением полевых транзисторов взамен шаговых искателей, релейной схемы, электросхем на логике-Т.

Предлагаем станки:

Токарные:

- токарно-карусельный **1А512МФ3**, 90 г., ЧПУ Siemens
- колесотокарный **КЖ 1836 М.10** –1992, не экспл.
- токарно-винторезный **1М63, 1М65 РМЦ** 1,5; 2,8; 5 м
- токарно-карусельный **SC-12,** 1968 г., отл. сост.

Фрезерные, зубообрабатывающие:

- фрезерный **6Р12, 6Р13, 6Н82, 6Р83, 6Р82Ш, ВМ127**
- горизонтально-фрезерный **65А90Ф2,** 1989 г.
- горизонтально-фрезерный **УФО968,** 1988 г., с **ЧПУ2С42-65,** стол 1000х2500 мм,

Кузнечно-прессовое оборудование:

- ножницы гильотинные **Н483** (г. Азов, к.р. 2010), l – 3150, h – 32 мм, 280000 грн.
- пресс листоштамповочный **П315,** не эксплуатировался, 340000 грн.
- молот ковочный **М2147,** мпч - 5 т, 1996 г, не экспл.
- молот ковочный **М4140,** мпч - 1 т, 100000 грн.
- машина сорто-листоправильная (Германия), девятивалковая, 25х2200 мм
- пресс-ножницы **ERFURT** усилие 1600 т; 1989 г.; раб., комплектные, 280000 грн.
- пресс запрессовочный **П6738А,** 1972 г, 340000 грн.

Расточные, шлифовальные и др.:

- горизонтально-расточной **SKODA-W200,** 1970 г.
- координатно-расточной - **ВКОZ** 1400/900 двухстоечный, раб. комплект, оснастка, 90000 грн.
- координатно-расточной - **ВКОZ** 2440/1440, 1989 г. ЧПУ, Mikromat 14, 420000 грн.
- горизонтально-расточной **2652,** 1968 г., раб. комплект 320000 грн., стол 4500х2000, отличное состояние
- круглошлифовальный **ХШ193,** l – 6000 мм, Ø – 2000 мм, рабочий
- круглошлифовальный **3М172, 3М175,**1978 г., кап. ремонт, модернизация 2005 г.
- горизонтально-расточной **2А620Ф1,** 1984 г.
- горизонтально-расточной **2А614,** 1985 г.
- горизонтально-расточной **2В622Ф4,** 1991 г. не экспл.
- горизонтально-расточной **2Н636ПФ2,** 1992 г. не экспл.
- координатно-расточной **2Е450;** 1991 г., рабочий, комплектный, 110000 грн.
- долбежный **7405,** 1988 г. – 80 000 грн.
- долбежный **7410,** 1988 г.

КУПИМ

- Горизонтально-расточной **ŠKODA,** в любом состоянии
- Станки зубофрезерные Ø планшайбы от 2000 мм
- Токарно-карусельные, **SKD; TOS; SK; SC; 1532Т; 1540Т;** и др.
- Станки серии **КЖ; 1А660; 1А665** и др. пр-ва КЗТС.
- Горизонтально-фрезерные **5С370**; **5С373**; **5С375**.
- и другие, производства Краматорск, Коломна

e-mail: donstank@mail.ru т.: (062) 348-91-37, ф.: 348-91-38, (050) 4-707-404, www.stanko-group.com

Рекламный отдел ✆ **8 (057) 757-89-80, 754-77-58**

Продажа (б/у)

координатно-пробивных прессов TRUMPF подключенные, в наличии на складе в Киеве

НОВЫЕ

прессы вертикальные гибочные с ЧПУ по цене от 52 000 грн. в наличии на складе

гильотины гидравлические с ЧПУ в наличии

www.grad-ua.com
☎ (044) 232-90-28
Завод «ГРАД»

ПРОДАМ ПП "ГІЛ"

Промислове обладнання – станки металооброблні 800 шт., прокат чорних 180 т та кольорових 24 т металів, інше

Ремонт с гарантией электродвигателей

ПЕРЕМЕННОГО ТОКА мощностью до 400 кВт и **ПОСТОЯННОГО ТОКА** для станков с ЧПУ отечественного и импортного производства.

МР-132 МР-160 МР-225 13МВН 21МВН
47МВН 2МТА-5МТА 2ПФШ 2ПН 2ПФ
4ПН ПБСТ Алена SIEMENS BOSCH
LENZE ANSALDO и пр.

- После ремонта электродвигатели проходят испытания под нагрузкой
- На предприятии имеется обменный фонд
- Сроки ремонта – минимальные, цены – доступные
- Доставка электродвигателей – самовывоз
- Возможна доставка транспортом «Евромет»

Производим ремонт электронных плат систем ЧПУ: 2Р22 2Р32 НЦ-31 2С42 НЦ-80 приводов Кемтор, Кемток, Кемрос, Размер

ООО «ЕВРОМЕТ»
dwigatel@ukr.net
г. Киев, пер. Куреневский, 15-А
тел. (044) 468-70-97, 468-62-59

ООО «СТЕЛС»

Станок токарно-винторезный	16А20Ф3	1990г.
Станок токарно-винторезный (под заказ)	16М30Ф	1990г.
Станок патронно-центровой токарный (под заказ)	1740РФ3	1988г.
Станок токарно-винторезный	ИЖ250	1988г.
Станок сверлильно-фрезерно-расточной	2204ВМФ4	1988г.
Станок сверлильно-фрезерно-расточной	2254ВМФ4	1988г.
Станок сверлильно-фрезерно-расточной	2С150ПМФ4	1988г.
Станок круглошлифовальный	3У12АФ11	1988г.
Станок круглошлифовальный (ЧССР)	BUA25	1988г.
Станок круглошлифовальный (Югославия)	KIKINDA	1990г.
Станок вертикально-фрезерный (Югославия)	ALG100E	1990г.
Станок вертикально-фрезерный (Югославия)	AG400	1989г.

Производим модернизацию станков с ЧПУ с заменой устаревшего УЧПУ на новое, отечественное или импортное с гарантией.

КУПИМ Б/У ОБОРУДОВАНИЕ

03680, г. Киев, пр. Победы 40/2
тел./факс: (044) 451-87-11, E-mail: stelsltd@i.kiev.ua

TECHMACH

Точная и качественная резка деталей и заготовок из листового металла.

МАШИНЫ для газокислородной и плазменной резки листового металла с ЧПУ.

- Производство и сервис
- Оригинальные расходные материалы для плазменных систем компании HYPERTHERM (USA) и запасные части

НПП «Техмаш»
ул. Промышленная, 14
г. Одесса, 65031
http://www.techmach.com.ua
E-mail: marketing@techmach.com.ua; tm@te.net.ua
Тел./факс: +38 (048) 778-17-38
+38 (048) 778-17-45
+38 (048) 778-08-90
+38 (048) 728-06-08

www.mtt.com.ua

Технический центр **ВариУс**

ЧПУ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ – ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ – МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНКОВ

e-mail: td@varius.com.ua www.varius.com.ua

СтанКомплект НОВЫЕ СТАНКИ С ГАРАНТИЕЙ СО СКЛАДА В КИЕВЕ

www.stankom.com

Токарные станки
- Токарно-винторезный TURNER 360/1000, 460/1000, 560/1500, 560/2000
- Токарно-винторезный 1В62Г (1000), 1В62Г (1500), 1В625 (2000)
- Токарно-винторезный CA6140B, CA6150B (РМЦ 1000 и 1500)
- Токарно-винторезный CA630C300 (аналог 1М63Н), ИЖ250ИТВМ
- Токарно-винторезный CU400, C11MS/1000, C11MS/1500 (аналог 16К25)
- Токарно-винторезный C10MS(1500), C10MS (3000) (аналог 1М63Н)
- Токарно-винторезный C730, C880, CU800, CU1250 (аналог ДИП400, ДИП 500,ДИП1000)
- Токарно-карусельный CA5116E(1516), CA5112E (1512)

Сверлильные станки
- Радиально-сверлильный Z3050 ø50 мм, Z3063 ø63 мм
- Радиально-сверлильный 2А576, ГС545, 2К52-2, ОМ-20
- Вертикально-сверлильный DRILLING 45E, 2Т140, 2С132ø45 мм
- Настольно-сверлильный 2М112, ГС2116К, В24Н, BF20VARIO
- Переносной на магнитной основе ø38 мм мод MBD38
- Горизонтально-расточной мод TPX6111B3 (аналог 2620В)
- Горизонтально-расточной мод TPX6113B/3 (аналог 2А622)

Заточные и шлифовальные станки
- Наждак 3К634, 3Л631, ПА700 (аспиратор)
- Плоскошлифовальный М7120 (аналог 3Е711В)
- Для перешлифовки шеек коленвалов MQ8260C (3Д4230)

Фрезерные станки
- Широкоуниверсальный 6ДМ83Ш, FU400MRApUG, 8К82Ш, FU315RApUG
- Вертикальный ВМ127М, FSS400MR, ВМ130М, ЛТ260МФ3 с ЧПУ

Заготовительное и кузнечно-прессовое оборудование
- Станок для резки арматуры СМЖ172Б, СМЖ175, GQ-40 (ø20-40 мм)
- Станок для гибки арматуры СГА-40, СГА-55 (ø30-55 мм)
- Прессы листогибочные с CNC фирмы ERMAKSAN(ассортимент)
- Листогибы универсальные ЛГ30/1300, ЛГ40/2000, ЛГ63/2500
- Листогибы универсальные ЛГ80/2500, ЛГ80/3200, ЛГ100/3200, ЛГ160/3200
- Ножницы гидравлические гильотинные НГ6х2500, НГ6х3200, НГ16х3200
- Ножницы механические QH11D3,2х2000, QH11D3,2х2500, QH11D 2,5х2500
- Ножницы механические Н478(16х2200), Н478(20х2200), НК4020, НК4 3214
- Гильотины Стрыйского завода КПО серии НД, НК, Н
- Листогибы ручные с поворотной балкой и отрезным устройством
- Вальцы, ножницы сортовые, сортогибы фирмы SAHINLER
- Прессы кривошипные механические усб,3, 16, 25, 40, 63, 100,160 тн.
- Комплекс оборудования для вентиляционных работ
- Прессы гидравлические фирмы HIDROMODE (простого и двойного действия)

04655 г. Киев, пр. Московский, 23
тел./факс: 00 (3844) 536–04–90, 536–04–91, 536–04–88
Представительства: Донецк 0 (62) 349–73–29
Кривой Рог 0 (564) 93–84–33
Днепропетровск 0 (562) 36–01–84
Ровно 0 (362) 64–12–96

ВАТ "СКЛОПРИЛАД"
Виробник лабораторного посуду та контрольно-вимірювальних приладів
- манометри, напороміри
- термометри технічні
- термоманометри
- монтажна арматура
- ареометри, гігрометри
- скляний лабораторний посуд
- сувенірні термометри

www.stekloprlbor.com

КУПЛЮ ДОРОГО! ПП "ГІЛ"

Чорний та кольоровий металопрокат, верстати металообробні, трансформатори силові, метизи, підшипники, інструменти, порошки для напилення колінвалів, хімреактиви для гальваніки

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КАМЕНЕОБРОБКИ:
грохоти, млини, дробарки

азотнокиснева станція, ємкості для зберігання азоту, кисню, вуглекислоти-НЖ, емаль. Харчопереробне обладнання
Крани, бульдозери, екскаватори.

ООО «АНВОЛ Ltd» ПРОДАЕМ ОБОРУДОВАНИЕ И СТАНКИ:

- НОВЫЕ ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫЕ СТАНКИ PEGAS (Чехия)
- ОБОРУДОВАНИЕ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ PTV (Чехия)
- ЛЕНТОЧНЫЕ ПОЛОТНА ПО МЕТАЛЛУ фирмы EBERLE (Германия)

Продаем б/у станки:
- Токарные: 1К62, 1К625,16В16, 1М63, 1А64, 1М65-8, 1А665, 1А670.
- Фрезерные: МИКРОН, МАНО-400, 6Р81Г, 6Р82Г, 6Т82Ш 676, 6Е75ПФ1, 6Р83Г, ВМ-127, 6720В, 6Т10, 6Р11, 6Р12, 6Т13, 6ГК25ПФ2, 6Г463
- Зубообрабатывающие: МИКРОН, 5С276П, Е3С110,5В833А50,СТ8725А872В
- Шлифовальные: 32КМВЗОФ10, 3М151, 3М227ВФ2, 3Е711АФ2, 3М131, 3У144, 3П722А, 3Е180, FORTUNA FME200, СИП800, РеГиЖе РF54U-5
- Расточные: 2431, TOS, SKODA
- Прессы и гильотины: КД2330, П6324, П6334 (новый) КВ2128, КВ2126, КВ 2128, НК 3118, НВ5222 и др.

а также:
Производим капитальный ремонт, модернизацию и поставку токарного металлообрабатывающего оборудования. Сдача «под ключ», гарантия

anvol@green.net.ua
anvol@istc.kiev.ua
www.anvol.com.ua

тел.: (044) 245-03-75, 8 (050) 446-39-49

Датчики обратной связи для станков с ЧПУ:
- аналоги ВЕ178, ВЕ178А5, ROD, LS403 производства ***Brown&Sharpe-Precizika*** (Литва)
- линейные с длиной измерения до 40 м производства ***Givi Misure***
- линейные TGM и круговые TGR производства ***ISKRA-TELA***

Устройства индикации:
- производства ***Givi Misure*** и ***ISKRA-TELA***

Приводы:
- MDC и SDC постоянного тока производства ***Артех*** (Болгария)

Электродвигатели постоянного тока 3МТА, 4МТА, 5МТ, МР112, МР132, МР160, МР 225 производства ***Динамо*** (Болгария).

Трансформаторы Т1ЕВ, Т2ЕВ, Т3ЕВ.
Дроссели РК0548, РК02715, РК021320

ООО НПО «Станкоресурс», г. Днепропетровск, тел/факс (056) 373-99-35
www.stankoresurs.com.ua e-mail: fomenko@stankoresurs.com.ua

НАСОСЫ
ЛОЦНИИ «Сфера» г. Сумы

Сумы, Киев, Харьков, Макеевка

ЭЦВ, ЦНСг, ГНОМ, К, ЦМК, ЦМФ, ЦВЦ, ВК(С)

Самые дешевые на Украине

СУМЫ
(093) 574-53-00; (068) 001-57-78; (067) 387-82-27

КИЕВ
(044) 599-23-55; (093) 574-53-91

ХАРЬКОВ
(093) 574-53-02; (050) 581-57-70; (098) 401-29-66

МАКЕЕВКА
(06232) 736-80; (093) 574-53-08; (099) 654-23-77

www. sfera-pump.com.ua
e-mail: sfera-nasos@mail.ru

ООО «Энергомаш»
Гидропневмоаппаратура станочная
www.energomash.zp.ua

- Гидрораспред. ВЕ, РХ, ВЕХ, Р203 Р323, Р503, ВМН,
- Насосы НАПЭЛ, НПлР 20/6,3 , ORSTA, Г12, БГ12, НПл, С12-5М, С12-4М
- Насосы Н400, Н401, Н403; РМНА, РНАМ 1РНА1Р, Г12-53АМ, Г12-55АМ
- Г/клапаны ПГ 54, Г54, МКО, Г51, ПГ51 рег. расхода МПГ55, ПГ 77, МДО
- Маслостанции СВМ1-25, СВМ1-40
- Реле давления ГОСТ 26005-83
- Пневмораспред. В64-1"А-03, В64-2"А-03, В64-3"А-03
- Пневмоклапаны 122-12, 122-16, 122-25
- Фильтра ФГМ, сетчатые, щелевые

Тел./ф. : (061) 212-84-95
(061) 283-55-76
(061) 283-55-86

МТТ Мир Техники и Технологий
Welt der Technik und Technologien

Подписной индекс 23997

ИЗДАТЕЛЬ И УЧРЕДИТЕЛЬ:

ООО Редакция «Мир Техники и Технологий»

Шеф-редактор	**А. А. КРАВЧЕНКО**
Выпускающий редактор	**Е. В. РОМАНОВА**
Отдел подписки	**Л. С. ЛЕБЕДЕВА**
Отдел рекламы	**О. М. ДЗЮБА**
Вёрстка	**А. Е. АНАНЬЕВ**

Регистрационный номер КВ 14118-3089ПР
от 21.05.2008 г.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

А. И. ГРАБЧЕНКО, д. т. н., профессор, Заслуженный работник высшей школы Украины, заведующий кафедрой «Резание материалов и режущие инструменты» НТУ «ХПИ»;
Мечислав КАВАЛЕЦ, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой Познаньской «Политехники» (Польша);
Фридхельм ЛИЕРАТ, д. т. н., профессор, директор института Магдебургского университета (Германия);
В. А. ФАДЕЕВ, главный инженер ГП ХМЗ «ФЭД», кандидат технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения и металлорежущие станки» НТУ «ХПИ»;
В. М. ШУЛАЕВ, к. ф.-м. н., с. н. с., заместитель генерального директора ННЦ «ХФТИ».

ТЕЛЕФОНЫ РЕДАКЦИИ:

Тел.: +38 (057) 754-77-58,
Факс: +38 (057) 757-89-80

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

пр. 50 лет ВЛКСМ, 56, оф. 405,
61123, г. Харьков, Украина

а/я 1091
61118, г. Харьков, Украина

E-mail: mtt@mtt.com.ua
reklama@mtt.com.ua
http://www.mtt.com.ua

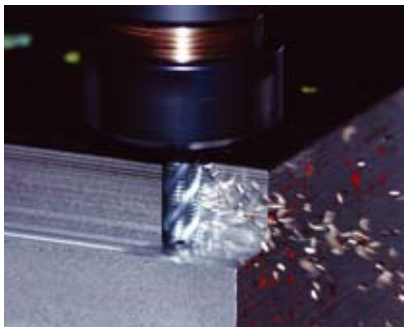
Отпечатано в типографии «ПолиАрт»
Тираж: 4500 экз. Цена договорная

Ответственность за содержание рекламных материалов несет рекламодатель.
Перепечатка материалов без согласия редакции не допускается.
Точка зрения авторов может не совпадать с позицией редакции.

Читайте в следующих номерах:

Новое поколение цельных твердосплавных концевых фрез Pramet End Mills

Компания Pramet Tools предлагает новое поколение цельных твердосплавных концевых фрез Pramet End Mills. Основной областью применения этих фрез является общая обработка. При этом они могут использоваться для всех групп обрабатываемых материалов. Уникальная комбинация современной геометрии зубьев, субмикронной основы и наноструктурированного PVD покрытия придаёт увеличение стабильности и стойкости в процессе как обычного фрезерования, так и тяжёлого в суровых условиях резания.



Серия сверл для малых отверстий фирмы Seco Tools

Компания Seco Tools AB, являясь производителем высококачественного инструмента для обработки отверстий, учитывает постоянно увеличивающиеся запросы потребителей на рынке инструмента для металлообработки. Поэтому обширный диапазон сверл дополнился новой продукцией – появились цельные твердосплавные сверла диаметром от 0,1мм. Компания Seco предлагает широкую гамму сверл, которые способны удовлетворить самые высокие запросы клиентов по качеству и производительности инструмента.

Технологии получения качественных отливок из высокопрочных литейных алюминиевых сплавов

ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт материалов» разработали технологии получения качественных отливок из высокопрочных литейных алюминиевых сплавов. Выполнение предлагаемых технологических приемов дает возможность обеспечить высокий уровень механических свойств литейных алюминиевых сплавов. В этой связи перспективными выделяются три направления: широкое применение холодильников при литье в разовую форму; литье с кристаллизацией под поршневым давлением (жидкая штамповка) и компьютерное моделирование процесса формирования отливки в форме еще на стадии проектирования детали.

Формирование алмазоподобных покрытий импульсными потоками плазмы

В настоящее время алмаз является объектом пристального внимания. Данный материал имеет уникальное сочетание физико-механических характеристик: сверхвысокая прочность, предельно низкий коэффициент трения, высокая теплопроводность (в несколько раз превышающая теплопроводность меди), низкая электропроводность (на уровне лучших диэлектриков), высокий показатель преломления и прозрачности в широком диапазоне длин волн оптического излучения (вплоть до инфракрасного спектра). Применение алмаза и алмазоподобных покрытий востребовано в различных областях науки и техники. Вместе с тем, применение алмазоподобных структур в промышленности определяется успехами в разработке технологии синтеза алмаза, поскольку использование природных кристаллов этого материала для нанесения покрытий на изделиях практически невозможно.

GRIND-X

Okamoto

OKAMOTO PRECISION SYSTEMS

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ШЛИФОВАЛЬНЫЕ И ДОВОДОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

70 лет инноваций и лидерства

От высокоточных инструментальных решений до нанотехнологий

Группа компаний "СодикоМ"
www.okamoto-euro.ru
tel.: +7 495 786-9841, 787-0970
725-3603, 614-9801
fax: +7 495 786-9842, 614-1842
info@sodick.ru, tc@sodick.ru

SECO

www.secotools.com/ua

ПОЛНЫЙ СПЕКТР ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА

комплексный подход к решению задач производства

Снижение себестоимости изготовления изделия.
Разработка технологии обработки деталей.
Инженерный консалтинг.

ООО "СЕКО ТУЛЗ Украина ЛТД"

ПРОДАЖА ИНСТРУМЕНТА И ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ

49044, г. Днепропетровск, ул. Артема, 20
customerservice.ua@secotools.com
тел. +38 056 790-05-44
факс +38 056 790-05-43