

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

Наступил 2013 год. Для всех сварщиков год юбилейный: 125 лет назад на Пермском пушечном заводе (ныне «Мотовилихинские заводы») Николай Гаврилович Славянов изобрел электродуговую сварку плавящимся электродом. Отдельно стоит отметить, что Славянов не ограничился только теоретическими выкладками, он начал активно применять изобретенный метод и даже создал сварочный цех, где воспитал первых сварщиков. Так что можно сказать, что в этом году исполняется 125 лет пермской сварочной школе. В этом плане особенно символично открытие в городе Березники подразделения (АП) Западно-Уральского аттестационного центра.

Теперь для обучения и аттестации сварщиков Березников и Соликамска в шаговой доступности работают специалисты ЗУАЦ, готовые в любой момент оказать весь спектр услуг. В АП организован просторный учебный класс, укомплектованный современной мультимедиа техникой. Кроме того, на базе АП развернута площадка компании АСОИК, и теперь поддержка наших клиентов на севере области стала куда более быстрой. В связи с открытием нового подразделения на его базе прошел семинар, на котором присутствовали главные сварщики основных градообразующих предприятий Березников и Соликамска. Будем надеяться, что данный сервис будет оценен нашими клиентами.



ИНФОРМАЦИЯ

Сроки проведения специальной подготовки и аттестации в Западно-Уральском аттестационном центре в 2013 году

	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Специалисты	15-19	13-17	03-07	01-05	05-09	16-20	14-18	11-15	09-13
Сварщики по металлу	22-26	20-24	17-21	08-12	12-16	23-27	21-25	18-22	16-20
Сварщики по полимерам	10-12	29-31	26-28	17-19	19-21	11-13	29-31	27-29	25-27

ЮБИЛЕИ

К 125-ЛЕТИЮ ИЗОБРЕТЕНИЯ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

Техническая революция, происходившая на рубеже XIX и XX веков, потребовала стремительного развития новых технологий. Резкое увеличение использования металлов в производстве конструкций различного назначения вызвало необходимость совершенствования процессов получения неразъемных соединений. Поиск новых источников энергии для повышения эффективности соединения металлов привел к изучению возможностей электрической дуги.

Первым в мире электротехником, успешно применившим электрическую дугу для сваривания и разъединения металлов, был **Н.Н. Бенардос**. Бенардос применял угольный электрод, источником тока была огромная аккумуляторная батарея. Отсутствие мощных надежных источников питания сдерживало активное использование электрической дуги в технологических целях.

Начало практического применения электрической дуги для сварки и дальнейшего стремительное развитие дуговых сварочных процессов связано с именем талантливого инженера и изобретателя **Николая Гавриловича Славянова**. Основные достижения Н.Г. Славянова связаны с его работой на Мотовилихинском заводе. К началу 80-х гг. XIX века Мотовилихинский казенный завод стал одним из крупнейших предприятий царской России. Здесь трудилось свыше 4 тыс. человек. Кроме стальных пушек завод производил пароходы, паровые машины, паровые котлы и многие другие машины и механизмы. Первое время Славянов был управителем орудийных и механических цехов. Но в июле 1891 г. стал горным начальником, управляющим заводом. В этой должности и проработал до конца жизни. Деятельность Н.Г. Славянова отличалась широтой. Он участвует в опытных работах по изготовлению артиллерийских снарядов более высокой прочности, которые смогли бы поразить мощные броненосцы. Военные стрельбы на полигоне превзошли все ожидания: сферические снаряды из литой некованой стали пробивали шестидюймовую броню не хуже снарядов крупновского производства. Под его руководством на заводе началось строительство первой электростанции для освещения завода. Две динамомашин постоянного тока для нее были сделаны по чертежам и расчетам Славянова. Первый ток они дали в 1887 году и в действие приводились паровыми машинами. На распределительных щитах электростанции Славянов впервые применил шинную проводку, изобрел регуляторы для дуговых ламп. Всего на территории предприятия и в цехах горело 2,5 тыс. дуговых фонарей.

Славяновские динамо-машина, дуговые лампы, различные электроизмерительные приборы экспонировались на Урало-Сибирской научно-промышленной выставке в Екатеринбурге. Экспертная комиссия наградила инженера большой серебряной медалью «За достоинства предметов, представленных на выставке».

Первая электростанция стала технической базой двух основных изобретений Николая Гавриловича — **дуговой электрической сварки** и **электрического уплотнения металлических отливок**. Заявку на изобретение «Способ электрического уплотнения металлических отливок» Славянов подал 8 августа 1890 г. и вскоре получил привилегию. В том же году он запатентовал и способ электрической сварки. Первые работы по электрической сварке на заводе начались в 1888 г. Славянов испытывал свой способ сварки на разных металлах и сплавах, брал такие детали, которые легко проверить в работе после ремонта, например ступенчатые шкивы от токарных станков, зубчатые колеса, маховики от сверлильных станков. Электрическая дуга, которая при пропускании тока возникала между металлическим стержнем и обрабатываемой деталью, плавил металл стержня и детали. Сварка выполнялась при помощи плавильника. Для удобства плавильник подвешивали на специальном приспособлении. Можно было работать одним плавильником, но можно было вести сварку и двумя последовательно соединенными. Новым способом Славянов отливал небольшие детали, сваривал в одно целое два или несколько металлических предметов, исправлял негодные или неудачные отливки, поковки, заливал раковины в чугуном и бронзовом литье и в готовых деталях, заливал волосовины, песочины в стальных изделиях, приливал к готовым частям небольшие недостающие части.

Высокую оценку изобретению Славянова в 1892 г. дала Четвертая электрическая выставка в Петербурге, наградившая изобретателя золотой медалью. В 1893 году на Всемирной выставке в Чикаго в числе русских экспонатов были представлены оба изобретения Н.Г. Славянова, но одинаковую для всех награжденных бронзовую медаль и почетный диплом он получил за изобретение оригинального и эффективного процесса сварки. Там экспонировался знаменитый славяновский стакан: обработанный в виде двенадцатигранной призмы с круглыми основаниями сплавленный из разных металлов брусок. Электрическая сварка применялась на паровозостроительном заводе в Коломне, на заводах Леснера и Невского механического товарищества в Петербурге, на трех заводах в Варшаве, в Обществе пароводства и торговли в Севастополе, в Сормовских и Нижегородских судоремонтных мастерских, на Ижевском, Воткинском, Луганском и Златоустовском заводах. Гораздо энергичнее, чем в России, дуговая электрическая сварка металлов стала применяться на зарубежных предприятиях. Уже в 1890-1892 гг. Славянов получил патенты на свое изобретение во Франции, Англии, Австро-Венгрии, Бельгии, Германии, США, Швеции, Италии.

Сварка по методу Славянова производится под шлакообразующими покрытиями, изолирующими металл от воздействия воздуха и участвующими в металлургическом процессе. Для этого в сварочную ванну вводится битое стекло. Не ограничиваясь применением стекла, Славянов рекомендует также вво-

дуть в ванну расплавленного металла ферросплавы, в первую очередь ферромарганец, а в некоторых случаях также ферросилиций и феррохром для его металлургической обработки. Еще одним отличием было применение подогрева перед сваркой. В 1891 г. Н.Г. Славяновым была издана первая книга с кратким изложением сущности его изобретения «Электрическая отливка металлов горного инженера Николая Славянова». Книга была напечатана на русском, английском, французском и немецком языках. Вдохновленный успехом книги, в 1892 г. Н.Г. Славянов издает свой основной печатный труд «Электрическая отливка металлов. Руководство к установке и практическому применению ее», который бесспорно и по праву признается первой монографией по дуговой сварке металлов. Умер Николай Гаврилович 5 октября 1897 г. в возрасте 43 лет, проработав на Мотовилихинских заводах в Перми почти 15 лет. Жизнь Н.Г. Славянова оборвалась внезапно, в расцвете творческой деятельности.

Оценивая сегодня наследие Н.Г. Славянова, мы видим, как значительно опередили свое время идеи и методы, разработанные им. Именно предложенные Н.Г. Славяновым методы позволили создать современные высокопроизводительные способы промышленной автоматической дуговой сварки.

«Будучи металлургом по специальности, – писал академик Б.Е. Патон, – Н.Г. Славянов разработал основы металлургических процессов, которые происходят при сварке. Он внес в методы электросварки много усовершенствований и по праву считается основоположником современной металлургии сварки».

Вклад Н.Г. Славянова в развитие науки и техники был высоко оценен в Советском Союзе. Решения Советского правительства об увековечении его памяти были приняты в 1948 и 1954 гг. 28 ноября 1948 г. прах Н.Г. Славянова был торжественно перенесен на новое место погребения в сквер возле Пермского механического техникума. В митинге по увековечению памяти изобретателя электросварки приняли участие делегации Академии наук СССР, Сварочного общества, крупнейших уральских предприятий и вузов. В 1954 г. – в год 100-летия со дня рождения Н.Г. Славянова – в Перми был установлен его бронзовый бюст, мемориальные доски на двух домах, где он жил, его именем названа улица в Мотовилихинском районе, несколько позднее его имя присвоено механическому техникуму и одному из пароходов Камского речного пароходства. В 1988 г. в дни празднования 100-летия изобретения сварки плавящимся электродом в Перми был торжественно открыт Дом-музей Н.Г. Славянова, ставший затем филиалом областного краеведческого музея, был открыт бронзовый памятник горному инженеру Н.Г. Славянову, изданы его труды.

В 2013 г. в честь 125-летия изобретения сварки по методу Н.Г. Славянова в Перми 15-17 мая пройдет Международная научно-техническая конференция. На конференцию приглашены ученые и специалисты по сварке из России, Украины, Белоруссии, Германии, Болгарии.

? Какие марки сварочного оборудования могут быть аттестованы под шифром А14 в соответствии с РД03-614-03?

– Под таким шифром можно аттестовать как сварочные агрегаты типа АД, так и сварочные генераторы типа ГД, применяемые при изготовлении, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов, подконтрольных Ростехнадзору. После ремонта агрегатов возможна замена генератора на абсолютно новый, в таком случае, конечно, целесообразно аттестовать на более длительный срок сварочный генератор, а не агрегат в целом.

? При периодической аттестации сварочного оборудования, аттестованного от производителя, прилагается копия Свидетельства об аттестации сварочного оборудования. Но в Свидетельстве могут быть указаны только аттестационные номера, а сварочному оборудованию при реализации уже присваивается заводской номер. Под каким номером при периодической аттестации будет аттестовано оборудование?

– Во-первых, производитель обязан вписать заводской номер в соответствующую копию Свидетельства об аттестации и заверить запись печатью;

– Во-вторых, производитель обязан установить пломбу на новое сварочное оборудование и вписать в нее аттестационный номер и заводской номер;

– В-третьих, при покупке потребитель должен проверить наличие пломбы на оборудовании и отметки заводского номера в Свидетельстве.

– В-четвертых, при периодической аттестации принимается во внимание только заводской номер.

? При дополнительной аттестации оборудования на другой способ сварки или на новую группу технических устройств выдается новое Свидетельство и у него другой срок действия. На какой срок действительно ранее выданное Свидетельство?

– Новое Свидетельство об аттестации, в котором указаны новые области применения сварочного оборудования, является самостоятельным со своим сроком действия. Ранее выданное Свидетельство об аттестации является тоже самостоятельным и не утрачивает своей силы до окончания срока своего действия.

*Директор аттестационного центра
сварочного оборудования АЦСО-18
Е.В. Кукурба*

НАШИ ЛЮДИ

СЕРГЕЙ ДУДАРЕВ:

ПОСТОЯННО ИЩЕМ НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Дударев Сергей Евгеньевич родился в Перми в 1955 г. Закончил Пермский политехнический институт в 1978 г. Прошел путь от мастера до главного сварщика. Под его контролем и при его непосредственном участии разработаны технические задания и проведены работы по модернизации установки для электронно-лучевой сварки СУЭЛС-1; разработаны при отработке конструкций и технологий более 40 изделий спецтехники и гражданского назначения; отработаны и внедрены технологии изделий из высокопрочных и среднелегированных, мартенситно-стареющих, дисперсионно-упрочняемых и др. сплавов; внедрены новые виды оборудования для электронно-лучевой, плазменной сварки, сварки под флюсом, сварки в защитных газах.

? Сергей Евгеньевич, вы возглавляете отдел главного сварщика уже пять лет. «Машиностроитель» – большой завод, большие задачи. Что сегодня волнует завод и отдел главного сварщика?

– Кадры! Служба главного сварщика 15 человек. Работа сложная и привлечь новых сотрудников – задача ещё более сложная.

? Многие проблемы решает сплоченный коллектив, но роль личности в истории предприятия неоспорима. Расскажите о ваших личных победах?

– Удалось внедрить установку СУЭЛС-2М. Эта электронно-лучевая установка объемом 126м³ имеет огромные технологические возможности. Оборудована манипулятором пушки с пятью степенями свободы. Благодаря этому возможна сварка швов любой конфигурации. Запуск установки произошел в 2010 году. После длительной наладки сложного оборудования мы освоили технологию сварки спец сталей до 120 мм, титана – до 120 мм и алюминия – до 180. И это еще не предел.

? В этом году 125 лет изобретению сварки Н.Г. Славяновым. Как ваше предприятие включается в программу мероприятий?

– Мы подготовили экспозицию завода для Международной научно-технической конференции. Участвуем в программе конференции с докладами. Готовим экспозицию для передачи в музей Н.Г.Славянова.

? По традиции нашего журнала: расскажите какой-нибудь курьезный случай из вашей практики?

– Как-то мы варили штангу, и по просчетам сборщиков штанга получились на 100 мм длиннее. Я дал команду обрезать излишек, и другой мастер, не зная



о моей команде, дал такой же приказ. В результате обрезали дважды. С тех пор все распоряжения оформляются в бумажном виде.

? Предлагаю отвлечься от производственных вопросов. Сергей Евгеньевич, расскажите о себе, о ваших увлечениях, хобби?

– Фотография. Я начал фотографировать еще в школе. В институте посещал фотостудию, позже участвовал в заводских смотрах и выставках, были даже какие-то награды. Снимал на слайды, сейчас, конечно, цифровая техника во многом упростила задачу. Больше всего люблю снимать природу. Очень увлекаюсь шахматами. Еще люблю путешествия, туристические поездки и рыбалку летом.

? Сейчас в стране вопросы здоровья и правильного образа жизни как никогда актуальны. Как вы относитесь к спорту и активному отдыху?

– Положительно! В юности занимался боксом и легкой атлетикой. Сейчас лыжи, ну а летом – интенсивный труд на даче.

? Вы, как и многие главные сварщики края, входите в совет главных сварщиков. Что бы вы хотели порекомендовать этой организации?

– Первый вопрос – это качество отечественных сварочных материалов. На всех предприятиях есть информация о материалах. Хотелось бы объединить усилия по разработке информационной базы. А может быть, и разработать нормативные документы. А еще хотелось бы устраивать выездные советы на территории различных предприятий.

? Ваш завод носит гордое имя «Машиностроитель»! Как по вашему, что ждет машиностроение в России в ближайшие годы?

– Вопрос сложный. Есть надежда на то, что при поддержке правительства будет поворот в сторону отечественного производителя. Наш завод постоянно ищет новые направления. Например, рассматриваем вопрос изготовления газотурбинных электростанций в кооперации с предприятиями Германии.

? И напоследок: что вы посоветуете нашему журналу?

– Рекламируйте журнал. Берите интервью не только у главных сварщиков, но и у молодых специалистов.

Ф.Г. Бобков
А.Г. Патраков

ПРОБЛЕМА ВЫБОРА

КОМПЛЕКСЫ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ

В последнее время существенно возросла потребность в высококачественном раскрое металла, мы не могли оставить этот вопрос без внимания, поэтому предлагаем вам ознакомиться с обзором рынка машин позволяющих производить лазерную резку.

Производством комплексов лазерной резки занимаются как импортные производители: Trumpf, Bystronic, Hypertherm так и отечественные: Навигатор, Unimach. Но все же основная конкуренция в этой нише идет не между производителями, а между типами лазерных излучателей. Перечислим основные из них.

1. Импульсные твердотельные Nd:YAG лазеры с ламповой накачкой.

Добротные «Жигули»... Именно «Жигули», поскольку сама технология относится к 60-м годам прошлого века. В России предлагаются модели в основном мощностью до 500Вт, реализованные на одном или двух квантронах с ламповой накачкой Nd:YAG активного элемента. Этот тип лазеров был достаточно распространен до появления доступных решений на волоконных лазерах. На сегодняшний день из-за высокой импульсной мощности еще находит свое технологическое применение исключительно как недорогое универсальное решение для резки тонких (до 3–4 мм) черных, цветных материалов и нержавеющей сталей с минимальной зоной термического воздействия, гравировки, сварки. Резка органических материалов практически невозможна. Вследствие невысокой стоимости и достаточной универсальности находит применение в опытных и микросерийных производствах. Надежность страдает вследствие конструктивных особенностей и устаревания технологии. Требует внимательного и регулярного обслуживания. Улучшение надежности бессмысленно, поскольку приведет к увеличению стоимости, которая станет сравнима с решениями на волоконных лазерах. Улучшение надежности до уровня волоконных лазеров принципиально невозможно. По сравнению с волоконным данный лазер отличается несравнимо большим количеством расходных оптических элементов. На момент написания статьи появилась информация о прекращении производства самых распространенных в России активных элементов типоразмера 6,3×130. В ближайшие 10 лет существует вероятность прекращения применения (либо чрезвычайно узкого применения) данных типов лазеров в технологических целях с их заменой на импульсные волоконные лазеры. Первые волоконные лазеры с высокой импульсной мощностью уже серийно выпускаются, но, вследствие пока что относительно высокой стоимости, широкого распространения не получили. В целом, сейчас наблюдается общая тенденция замены подобных типов лазеров на непрерывные волоконные.

2. CO₂ лазеры.

CO₂ лазеры являются самым распространённым в мире типом лазеров для промышленного применения. Они отличаются достаточно высоким качеством лазерного излучения и высокой выходной мощностью. Достаточно надежны в эксплуатации. На рынке присутствуют CO₂ лазеры как отечественного, так и импортного производства в широком диапазоне выходной мощности. Присутствуют и бывшие в употреблении раскройные комплексы с данными типами лазеров.

Плюсы:

- Зарекомендованная многолетним опытом эксплуатации технология.
- Широкое производственное применение.
- Возможность резки органических материалов.

Минусы:

- Низкий КПД, что значительно увеличивает расходы на электроэнергию. Этот факт является крайне существенным при необходимости работы с большой мощностью лазерного излучения.

- Наличие относительно большого количества расходных материалов. Помимо технологического газа, используемого при резке, необходимо также подключение лазера к внешним системам подачи $\text{CO}_2/\text{N}_2/\text{He}$ с высокой степенью очистки.

- Сложная система технических средств для создания протока газа в резонаторе. Соответственно – снижение теоретической надежности и сложный ремонт, который должен выполняться квалифицированным персоналом (!).

- Отсутствие на российском рынке постоянства качества прокачиваемых газов приводит к регулярному загрязнению резонатора и ограниченному сроку службы его элементов. При высокой плотности мощности излучения на отражающих элементах резонатора данная проблема является существенной. После замены вышедших из строя элементов резонатора необходима его переюстировка. После этого, соответственно, необходима переюстировка всего оптического тракта передачи излучения (см. комментарии выше).

- Достаточно большая занимаемая площадь установки раскроя в виду отдельной установки лазера и чиллера системы охлаждения и их больших габаритов.

- Достаточно ярко описанные недостатки проявляются на устаревших моделях CO_2 лазеров. На сегодняшний день появляются решения, которые реализуются в новых типах CO_2 лазеров, которые позволяют минимизировать описанные выше недостатки. Принципиально же исключить подобную сложности и неудобства пока невозможно.

3. Волоконные лазеры

Если 7–10 лет назад волоконные лазеры еще были в новинку, то сейчас накоплен уже достаточный опыт эксплуатации. Достаточный для осознания того, что совершен действительно огромный технологический прорыв в лазерной технике. Можно считать, что это волоконный лазер – это престижный и надежный «внедорожник» для бездорожья производственных задач, если продолжать аналогию с автомобилями.

Плюсы:

- Волоконный лазер – необслуживаемый. Закрытый и опечатанный. Нет прокачивающихся газов, нет расходных материалов, нет загрязнений. Нет высокооплачиваемого обслуживающего персонала. Включил и работай. Это самое первое и самое важное его качество, которое однозначно ставит его на верхнюю ступень при решении производственных задач. Это преимущество особенно актуально для малого и среднего бизнеса, не имеющего возможности раздувать накладные расходы на обслуживающий персонал.

- Волоконные лазеры являются самыми надежными среди всех имеющихся типов. Здесь нет ни высоких напряжений поджига, ни высоких частот возбуждения, ни высоких импульсных токов. Теоретическая вероятность поломки сведена к минимуму. Ресурс работы лазера настолько большой, что не может быть полностью выработан в рамках десятилетия.

- Широкое технологическое применение. Лучшие, по сравнению с CO_2 лазерами показатели обработки цветных металлов и нержавеющей сталей.

- Лучший среди лазеров КПД. Это означает прямое снижение производственных издержек на электроэнергию и потребляемую мощность.

- Самая низкая себестоимость реза. «То, что сэконоил – считай, что заработал».

- Малые габариты. Это позволяет значительно сэкономить производственные площади под размещение установки. Это особенно актуально для малого бизнеса, который вынужден арендовать производственные площади.

Минусы:

- Относительно высокая стоимость. Однако сейчас наблюдается тенденция снижения стоимости до уровня CO_2 лазеров.

- Некоторые виды ремонта возможно выполнить только на предприятии-изготовителе.

- Невозможность, либо ограниченность в резке органических материалов.

Основным конкурентом волоконных лазеров считается CO_2 лазер. У нас была возможность провести живое сравнение двух установок лазерного раскроя с CO_2 и волоконным лазером, установленных на одном предприятии, с одинаковой выходной мощностью 1000Вт. Станок PRF серии с волоконным лазером практически по всем параметрам превзошел станок с CO_2 лазером. Это касалось и серьезного увеличения производительности и качества при резке оцинкованной и нержавеющей сталей. Были открыты новые возможности для предприятия по резке алюминия, латуни и меди, которые раньше не были доступны при работе на CO_2 лазере. Была отмечена более высокая производительность станка с волоконным лазером при обработке холоднокатаной стали до 3 мм. Функция технической гравировки для CO_2 лазера, которая была заявлена производителем станка, по факту не использовалась вследствие серьезной нестабильности мощности излучения CO_2 лазера. На PRF станке с волоконным лазером простое и эффективное использование данной функции было положительно отмечено эксплуатирующей организацией. Однако при одинаковом качестве реза шероховатость кромки среза холоднокатаной стали у волоконного лазера заметно выше, чем у CO_2 . Особенно это заметно при толщинах от трех миллиметров и выше. Так называемый «зеркальный рез» на волоконных лазерах возможно получить при соотношении толщина/мощность примерно 2–2,5мм /1000Вт, в то время, как на CO_2 лазерах это достижимо и при меньшей мощности.

В целом же волоконный лазер зарекомендовал себя как наиболее универсальный инструмент для обработки металла.

Одним из конкурирующих элементов является координатная система. Разберем проблему ее выбора.

Каким бы хорошим и дорогим не был лазер, без координатной системы он является не более чем дорогой игрушкой. В конечном счете, именно координатная система отвечает за движение лазера по задаваемой траектории, за соблюдение точности перемещений; управляющее программное обеспечение – за быстрое и комфортное составление программ резки, что вносит ощутимый вклад в общую производительность раскройного комплекса как единого, цельного механизма.

Если на российском и международном рынке волоконных лазеров фактически доминирует единственный производитель, то различные координатные системы с установленными волоконными лазерами (далее по тексту установки) представлены достаточно широко. Представленные на рынке установки различаются размерами рабочей зоны, скоростями и динамикой перемещений, точностными характеристиками.

Отдельно стоит отметить применение роботов как координатных систем для целей двумерного раскроя металла.

Роботизированные лазерные комплексы в настоящее время применяются для специализированных задач трехмерной лазерной резки, лазерной сварки, в том числе и дистанционной. Неплохая повторяемость позиционирования (не путать с точностью!), позволяет его использовать для серийных и крупносерийных задач. Применение роботов для целей двумерного раскроя встречается не часто.

В первую очередь это связано с избыточностью многокоординатного манипулятора для таких задач, что называется: «Из пушки – по воробьям». Для целей же трехмерного раскроя альтернатив роботам немного, поэтому они получают свое распространение.

Во вторую очередь, это сложное и специализированное программное обеспечение, которое не позволяет быстро создать управляющую программу. Приблизительное время на создание и привязку простой программы может составлять порядка 40–60 минут. Это является неприемлемым на предприятиях микро- и малого бизнеса с малой серийностью, но большой номенклатурой продукции, поскольку приводит к серьезному увеличению ее себестоимости. Кроме этого, должен быть высокий уровень подготовки оператора, что также не является положительным аргументом, особенно в условиях кадрового «голодания».

На сегодняшний день на российском и международном рынке присутствует достаточно много роботов, представленных различными фирмами. Данные устройства неплохи

зареккомендовали себя с точки зрения надежности. Но если говорить именно о теоретической надежности, то наличие гораздо большего числа сопрягаемых элементов является фактором повышенного риска. Наличие большого числа передающих механических элементов является фактором риска точности изготовления люфтов, которые, складываясь друг с другом, внесут свою лепту в конечную точность изготовления деталей. Данный факт является некритичным, например, для сварки, но будет серьезно ощущен при резке, например, острых углов или окружностей малого диаметра.

В третью очередь – это плавающая точность при проходе по контуру. Отклонение от 0,11 до 0,56 мм. Отклонение зависит от вылета манипулятора: чем дальше выносится рабочий инструмент (в рассматриваемом случае – оптический резак лазера) от основания, тем сильнее падает точность следования по контуру. В серийных процессах плавающая точность компенсируется хорошей повторяемостью позиционирования (отклонения до 0,19 мм), когда имеющуюся траекторию «подгоняют» под необходимую. В условиях же небольшой серийности это неэффективно в принципе.

Итог: использование роботов для целей двумерного раскроя находит крайне ограниченное технологическое применение.

При выборе же координатной системы рекомендуем руководствоваться в первую очередь принципом разумности. Очевидно, что недалековидно покупать мощный и дорогой CO₂ или волоконный лазер и устанавливать его на координатную систему бюджетной категории. Подобная связка не позволит в полной мере реализовать все возможности лазера, соответственно, это скажется и на производительности станка, и на его окупаемости. В ряде случаев подобное неграмотное сочетание устройств может выявить серьезные технологические ограничения при резке. Из великого множества приведем пример: 1кВт волоконный лазер может разрезать холоднокатаную сталь толщиной до 8–10мм. Погрузка подобных листов вручную затруднительна, поэтому осуществляется механизировано и не всегда аккуратно. При использовании даже цельно сварной, но ненадежной станины без специальных средств загрузки в течение определенного времени проведения описанных погрузочно-разгрузочных работ геометрия станины будет гарантированно нарушена, что приведет к снижению точности и длительной остановке станка.

С другой стороны, использовать, например, резак воздушно-плазменной резки на координатной системе высокого уровня также неэффективно, поскольку стоимость координатной системы в общей стоимости комплекса будет настолько значительна, что сделает весь комплекс экономически малоэффективным с точки зрения окупаемости.

Не менее важной проблемой выбора является обеспечение качества резки. Рассмотрим, что влияет на это, и от каких параметров зависит оптимальный результат.

Скорость резки металла определяет производительность лазерных технологических установок, при этом существенным параметром является величина шероховатости боковой стенки реза Rz. Лазерная резка позволяет получать готовые детали без последующей финишной обработки, и альбом технологий промышленных лазерных станков на основе CO₂-лазеров содержит условия качественной резки для широкого набора материалов. В литературе подробно рассматривались различные факторы, которые могут оказать влияние на качество газолазерного реза и на глубину проплавления металла при лазерной сварке. К ним относят микронеустойчивости (термокапиллярную, Рэлей-Тейлоровскую, капиллярно-испарительную, капиллярно-ветровую), образование «ступеньки» на фронте проплава и реза, неустойчивость пленочного погранслоного течения расплава и др. Отметим, что многие авторы считают нужным упомянуть о большой сложности процессов внутри лазерного реза и о возникающих из-за этого затруднениях при попытках однозначно интерпретировать экспериментальные результаты.

На Рис.1 показана боковая поверхность реза малоуглеродистой стали толщиной 5 мм, выполненного с помощью волоконного лазера ЛС-3.5 производства НТО «ИРЭ-Полюс». Лазер снабжен транспортным волокном с диаметром сердцевины 100 мкм и характеризуется параметром качества выходного пучка M₂ = 13,5. Рез получен с ис-

пользованием оптической головки фирмы OPTOSKAND. В данной головке установлена коллимирующая линза с $f_c = 120$ мм и фокусирующая линза с $f_f = 200$ мм. Соответствующее фокальное пятно имело диаметр $d = 190$ мкм, глубина фокуса $Z_R = 2$ мм. Мощность лазера составляла 3,5 кВт, режущим газом являлся воздух. Резка производилась на скорости 3 м/мин. Стрелкой отмечена глубина, ниже которой характер реза существенно изменялся. Подобные картины резов наблюдаются и при использовании CO_2 -лазеров.

На соответствующей глубине прекращается эффективное каналирование пучка лазера внутри реза, пучок рассеивается на большие углы и поглощается боковыми стенками. Материал ниже стрелки прогревается и плавится не за счет прямого воздействия лазерного излучения, а в основном за счет раскаленной газовой струи и теплопроводности металла. Рассеяние может происходить на сравнимых с длиной волны лазера неоднородностях, возникающих из-за упомянутых выше микронеустойчивостей, которые имеют весьма большие инкременты развития.

При заданной ширине реза, определяемой размером пучка в перетяжке, глубина фокуса, а следовательно и глубина «чистого» реза, обратно пропорциональна длине волны излучения λ , то есть при прочих равных условиях лазер с меньшей длиной волны должен обеспечивать большую глубину «чистого» реза. Но еще сильнее, чем от длины волны, глубина «чистого» реза зависит от оптического качества пучка — при фиксированной ширине реза зависимость обратная квадратичная. С этим связано полученное в экспериментах с волоконным лазером существенно меньшее значение «чистого» реза по сравнению с аналогичными данными для одномодового CO_2 -лазера той же мощности. Для увеличения толщин обрабатываемых материалов необходимо повышать качество лазерных пучков. Так при использовании волоконного лазера с транспортным волокном с диаметром жилы 50 мкм ($M^2 = 6,5$) вместо 100 мкм ($M^2 = 13,5$) при том же диаметре перетяжки около 0,2 мм максимальная толщина «чистого» реза составит 13 мм. Еще более эффективны в этом отношении одномодовые волоконные лазеры. Правда, в настоящее время коммерчески доступны одномодовые волоконные лазеры с выходной мощностью менее 1 кВт.

Таким образом, мы рассмотрели несколько основных вопросов при выборе лазерного комплекса. Сегодня все больше и больше предприятий приобретает или уже приобрели данное оборудование. Надеемся, что эта статья поможет вам с выбором.

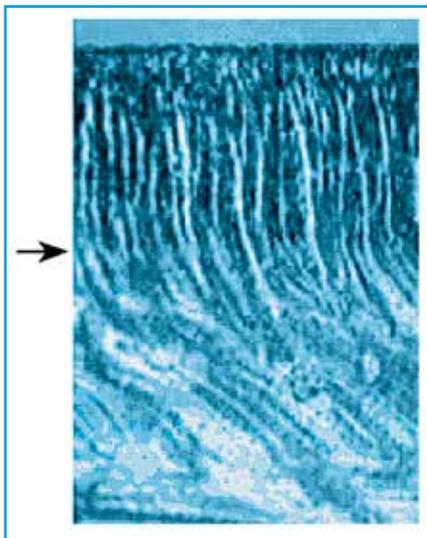


Рис. 1. Боковая поверхность реза малоуглеродистой стали.

«НЕМЕЦ» ПРОТИВ «ФИННА»

Тема этой статьи мне пришла при разговоре с клиентом. Мне был задан вопрос, о том, что нужен источник АрДС (аргонодуговая сварка неплавящимся электродом) для сварки нержавеющей сталей небольшой толщины (в основном до 1 мм) и было поставлено условие, что аппарат должен быть по возможности европейского производителя и за реальные деньги.

Согласно поставленной задаче я начал рассматривать источники небольшой мощности с хорошими характеристиками на малых токах. При анализе различных вариантов мой выбор пал на два аппарата с близкими характеристиками: это аппараты фирм **KEMPPИ «Minarc Evo 200»** (производство Финляндии), и **EWM «Tetrix 230»** (производство Германии), которые также подошли и по ценовой категории. Эти аппараты мы и будем сравнивать. Попробуем выяснить насколько они хороши. Ведь это профессиональные аппараты, и их характеристики изначально на очень высоком уровне. А мы посмотрим, хорошо ли они стабилизируют дугу на малых токах.

Приведём сравнительные характеристики обоих источников.

Параметры	«MinarcTig Evo 200»	«Tetrix 230»
Напряжение сети, В	220	220
Номинальная мощность при макс. токе	6.3 кВА	5.8 кВА
Нагрузка при 40° С: ПВ 35 %	200 А	230А
ПВ 100 %	140 А	150А
Диапазон регулирования	5-200А	5-230А
Кэфф. мощности при макс. Токе	0.99	0.99
Габаритные размеры (дл.×шир.×выс.), мм	449×210×358	600×205×415
Масса, кг	11	15,5 кг
Класс ЭМС	А	А

При тестировании источников данных брендов, на заявленные характеристики заводами изготовителями явных расхождений с реальными показаниями не обнаруживалось, так что данные таблицы будем считать реальными.

Проведём их визуальный осмотр. «Кемпрри» имеет достаточно приятный вид, но корпус, сделанный из пластика, не внушает доверия, и этот факт неу-



Тестируемые аппараты: **KEMPPI «Minarc Evo 200»** (слева), и **EWM «Tetrix 230»**.

клонно действует на некоторую категорию покупателей, но, по-видимому, этот факт не смущает производителя, так как в его линейке широко представлено оборудование именно в пластиковых корпусах, и отходить от этого он не собирается, ведь это их стиль.

У «EWM» всё наоборот: корпус из железа, на вид не примечательный, на фоне «финна» «немец» олицетворяет сплошной кубизм. Но в тоже время вид немца внушает больше доверия, и по визуальному осмотру счёт 0:1 в пользу «немца».

Но с другой стороны, за счёт пластикового корпуса дела у «финна» по электробезопасности обстоят гораздо лучше, что тоже не маловажно, так что за это можно тоже поставить балл, и счёт 1:1.

Теперь попробуем разобраться с интерфейсом каждого: насколько быстро и удобно можно настроить источник и привести его в «боевое состояние».

Первый у нас «финн». Начинаем подключать горелку к источнику, и первая же проблема – очень плохо различимы значки полярности, они мелкие и никак не выделены, и если у вас со зрением не всё хорошо, то вы потратите на эту операцию некоторое время. Далее начинаем выставлять режимы: тут всё достаточно просто и логически понятно, человек, который раньше работал на аппаратах АрДС, достаточно быстро разберётся с настройками.

Что же с «немцем»? При подключении горелки не возникло никаких вопросов, вся операция прошла быстро и без запинок, указатели читабельны и есть даже подсказки в виде иконок. С интерфейсом всё тоже достаточно просто и без особых запинок, логически всё настроивается достаточно быстро. В итоге немца настроить получилось немного быстрее, по этому балл отдаём немцу. Счёт пока 1:2.

Вот мы и добрались до главного – как они варят. Начинаем работу.

Первым, как уже принято, идёт у нас «финн». Пробуем аппарат на малом токе, то есть на самом малом, как заявлено заводом изготовителем – с 5А. Что-

бы наше испытание было объективным, в силовую цепь подключаем последовательно амперметр: хотя мы и доверяем показаниям источника, но как говорится в таких случаях, «доверяй, но проверяй». Дуга зажглась очень мягко и горела устойчиво. Во время процесса горения дуги мы наблюдали за прибором: ток стоял чётко на пяти амперах. Пока неплохо.

Далее проводим тот же тест с «немцем». Устанавливаем минимальный ток, так же, как и на «финне», подключаем шунт с амперметром и зажигаем дугу. Дуга на «немце» зажглась неплохо, без «плевков», что бывает характерно на таких токах, но по показаниям амперметра ток на дуге оказался чуть завышен, около 6А. Это хоть и не сильно, но отодвигает его назад, так что балл за этот тест отдадим «финну». 2:2.

На максимальных токах оба аппарата вели себя достойно, так что описывать их ПН не имеет смысла – всё и так есть в таблице.

Следующий тест проводился на стойкость аппаратов к нашим сетям, что считаю более интересным.

Подключаем «финна» к ЛАТРу, и подключив стационарную нагрузку в виде балластного реостата типа РБ-302 с амперметром, устанавливаем средний ток 100А.

Для начала плавно уменьшаем напряжение на выходе до 150В, следя при этом за показаниями амперметра. Ток при этом напряжении упал всего до 95А, что очень неплохо. Источник очень хорошо держал заданный ток. После этого пробуем резкие изменения напряжения в сети от 150 до 250В. Такие всплески напряжения «финн» выдержал не моргнув ни одним индикатором, что характеризует его как аппарат, который будет хорошо себя чувствовать, питаясь от электрогенератора.

После «финна» эту же процедуру проходит «немец». Ток 100А стоял чётко даже при входном напряжении 150В, броски напряжения в этом диапазоне ему тоже оказались не страшны, аппарат выдержал их стойко. За небольшой перевес в этом тесте «немец» получает дополнительный балл. 2:3.

В последнем тесте хотелось бы оценить внутреннее содержание данных аппаратов.

При вскрытии «финна» обнаруживается, что корпус двухслойный. Вначале снимаем декоративную крышку, а уж потом только крышку корпуса. Система охлаждения имеет открытый циркуляционный вид, а это ведёт к тому, что аппарату нужно регулярно проводить технологическую чистку. Такой вид разборки и сборки необходимо выполнять только высококвалифицированным персоналом, лучше в специализированных сервис центрах, так как обратную сборку нужно производить очень аккуратно: если неправильно собрать аппарат, есть вероятность повредить внутренние элементы.

Внутри мы наблюдаем, что преобразователь и основная силовая часть, а также все основные блоки питания находятся на одной главной плате, а части и блоки, имеющие в потенциале высокое напряжение, залиты толстым слоем компаунда. Этот факт указывает на то, что аппарат может работать в производственных цехах, и это плюс. Но с другой стороны, не очень удобно при возможном ремонте, так как если что-то случится на главной плате, то её замена ока-



Аппарат **KEMPPI «Minarc Evo 200»** со снятым кожухом.

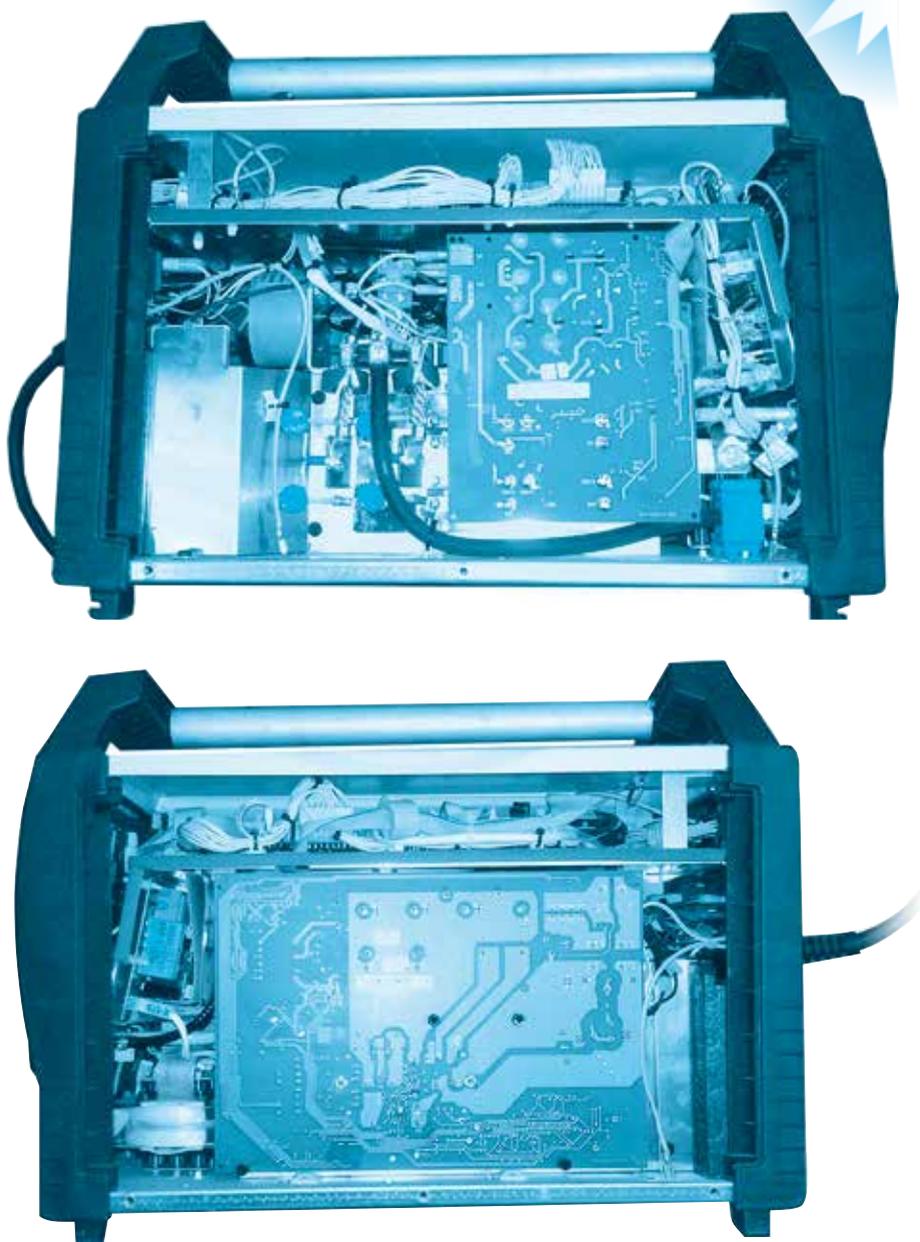
жется достаточно дорогой, или же будет производится длительный и сложный ремонт. Хотя завод изготовитель не только даёт гарантию на 4 года, что само по себе вселяет некоторую уверенность, но и заверяет, что при любой неисправности прийдёт этот блок целиком. А это большой плюс: мастеру останется только заменить плату и откалибровать её.

Теперь вскроем «немца». Оказалось, вскрывать и обслуживать его намного проще: откинул две боковые крышки – и всё доступно. Плюс система охлаждения имеет тоннельный вариант, что не позволяет электронным частям сильно загрязняться. Блоки преобразователя и силовой части разведены, так что в ремонте он должен быть удобней.

На платах нет толстого защитного слоя лака или компаунда, только в нескольких местах с наиболее опасным потенциалом. По-видимому, посчитали что защитный лак на плате – это излишество. Все жгуты и шлейфы уложены в стороне и закреплены: хороший признак того, что проводка не будет контактировать с греющимися элементами и не оплавится. За внутренний осмотр я с уверенностью дам немцу ещё балл. Итого 2:4.

В итоге этого теста аппарат фирмы «EWM» «Tetrix 230»-«немец», смотрелся куда интересней аппарата «Kemppi» «Minarc Tig Evo 200»-«финн». Но не торопитесь с выводом! У финского аппарата оказался «козырь в рукаве»: это его цена! Различие достаточно ощутимо: 75 000 против 110 000, что почти сравнивает их достоинства.

Итак, если вы хотите недорогой современный мобильный европейский аппарат с отличными характеристиками, то финн – это ваш выбор. Но если же вам нужен аппарат с более классическим подходом и безкомпромиссного в любых отношениях, то немец – беспорный вариант. Я считаю, они оба достойны вашего внимания.



Аппарат **EWM «Tetrix 230»** со снятым кожухом. Виды с двух сторон.

ИНФОРМАЦИЯ

ПЛАН МЕРОПРИЯТИЙ

по празднованию 125-летия изобретения Н.Г. Славяновым электродуговой сварки плавящимся электродом

№ п/п	Мероприятие	Срок
1.	«Сварка в искусстве» – экспозиция, посвященная Н.Г. Славянову в рамках выставки «АРТ Пермь» на «Пермской ярмарке».	17 января 2013 г.
2.	Выставку «Станки, приборы, инструменты» переименовать в «Сварка, станки, приборы и инструменты», посвященную 125-летию изобретения Н.Г. Славяновым электродуговой сварки плавящимся электродом. Провести в рамках выставки расширенное заседание совета главных сварщиков и семинар «Новые технологии в сварочном производстве».	29 марта – 1 апреля 2013 г.
3.	Организация международной НТК «Сварка и контроль-2013» и издание научных трудов конференции – по отдельному плану. Разработка экспозиции «Последователи дела Славянова» и демонстрация её участникам конференции.	15 – 17 мая 2013 г.
4.	Организовать прием в Перми потомков Н.Г. Славянова: ленинградской семьи (внук) и московской семьи (правнук).	май 2013 г.
5.	Изготовить юбилейный почтовый конверт и спецприглашение.	апрель 2013 г.
6.	Организовать передачи о юбилее на пермском радио и телевидении (представители руководства Пермского края, члены оргкомитета НТК).	май – октябрь 2013 г.
7.	Проведение митинга на площади Дружбы и возложение венков к памятнику Н.Г. Славянову (Организовать выступление участников НТК «Сварка и контроль-2013», представителей предприятий и сварочной общественности).	15 мая 2013 г. 17 октября 2013 г.
8.	Проведение Шестого конкурса профессионального мастерства сварщиков г. Перми и Пермского края им. Н.Г. Славянова. Организация тематических выставок, конкурсов на промышленных предприятиях, в высших и средних специальных учебных заведениях.	3–5 апреля май – сентябрь 2013 г.

9.	Подготовка выставки в Доме-музее Н.Г. Славянова (планшеты, стенды, сварочная техника, научная и методическая литература).	апрель 2013 г.
10.	Привлечь к проведению юбилейных мероприятий библиотеки, ЦНИТИ, архивы.	
11.	Организовать посещение Дома-музея Н.Г. Славянова с демонстрацией знаменитого «славяновского» стакана.	15 мая 2013 г. сентябрь
12.	Написать и издать к юбилею российской электросварки книгу, посвященную Н.Г. Славянову и первым электротехникам России (авторы: Л.Н. Битинская, Ю.К. Николаев, В.В. Каратыш).	1 октября 2013 г.
13.	Торжественное собрание сварщиков и руководителей сварочных работ, посвященное 125-летию гениального эксперимента Н.Г. Славянова (рождению электрической сварки плавящимся электродом) 18 октября 1888 г.	18 октября 2013 г.
14.	Посвятить выпуск журнала «АСОИК» 125-летию изобретения Н.Г. Славяновым электродуговой сварки плавящимся электродом.	апрель 2013 г.
15.	Съемка короткометражного документально-художественного фильма, посвященного Н.Г. Славянову	апрель 2013г.
16.	Переименование площади Дружбы в площадь Славянова.	
17.	Учреждение краевой медали Н.Г. Славянова.	февраль 2013 г.
18.	Организация стендовой выставки «Последователи дела Славянова» с демонстрацией материалов выставки на международной НТК «Сварка и контроль-2013»	15-17 мая 2013 г.
19.	Открытие офиса и лаборатории Головного аттестационного центра ЗАО «Западно-Уральский аттестационный центр» по адресу ул. Ленина, 27.	декабрь 2013 г.
20.	Реконструкция могилы Н.Г. Славянова.	
21.	Установка памятной плиты у памятника Н.Г.Славянова.	

ПАМЯТИ ТОВАРИЩА



23 февраля 2013 г. на 73-м году жизни скорпостижно скончался заслуженный деятель науки Российской Федерации, член-корр. Российской инженерной академии, профессор, д-р техн. наук
МУСИН

Ровель Абулкаримович

Ровель Абулкаримович был яркой, талантливой личностью, ведущим специалистом в стране в области диффузионной сварки в вакууме. За эти качества он získал заслуженное уважение не только в Перми и Пермском крае, но среди специалистов-сварщиков всей России.

Р.А. Мусин родился 14 июня 1940 г. в Перми. В 1964 г. окончил с отличием механико-технологический факультет Пермского политехнического института, получив специальность инженера-металлурга. В 1964/65 гг. работал на Челябинском тракторном заводе, в 1965–1967 гг. – на Пермском моторостроительном заводе имени Я.М. Свердлова. В 1967–1970 гг. обучался в целевой аспирантуре в Москве, в 1971 г. защитил кандидатскую диссертацию по специальности «Машины и технология сварочного производства».

С 1971 г. Р.А. Мусин работал в Пермском политехническом институте ассистентом, старшим преподавателем, доцентом. В 1973–1976 гг. был заместителем декана механико-технологического факультета. С 1982 г. заведовал кафедрой «Технология конструкционных материалов». В 1989 г. защитил докторскую диссертацию, в 1991 г. ему было присвоено ученое звание профессора.

С 1994 по 2009 гг. Р.А. Мусин возглавлял кафедру «Сварочное производство и технология конструкционных материалов», а в 1997 г. стал одним из создателей и до 2012 г. был генеральным директором Западно-Уральского аттестационного центра.

Он является автором более 170 печатных работ и двух монографий. Мусин неоднократно был научным редактором и рецензентом книг, опубликованных издательствами «Энергия» и «Металлургия». Под руководством Р.А. Мусина были защищены 2 докторские и 4 кандидатские диссертации.

Р.А. Мусин являлся членом нескольких диссертационных советов, в т.ч. заместителем председателя докторского совета в ПНИПУ. Был избран членом немецкого союза сварщиков (DVS), в 1991–1996 гг. являлся вице-президентом Российского научно-технического сварочного общества, в 1994–1999 гг. был Заместителем Председателя национального Агентства контроля сварки Российской Федерации (НАКС), а также был членом Управляющего научно-технического Совета НАКС.

Светлая память о Ровеле Абулкаримовиче Мусине навсегда останется в сердцах всех, кому посчастливилось его знать и работать с ним.

«АСОИК», научно-технический журнал.

Учредитель ООО «АСОИК».
614010, г. Пермь, ул. Маршрутная, 11, оф. 8.
Тел.: (342) 240-93-44, 298-42-46.
Тел./факс: (342) 240-93-43, 240-93-11.
www.asoik.ucoz.ru asoikpress@mail.ru
Главный редактор А.А. Сигаев.
Верстка, дизайн, редакция В.Е. Городов.

Подписано в печать 05.04.2013 г.

Формат 60x90/16. Бумага ВХИ.

Гарнитура Arial.

Тираж 999 экз.

Отпечатано в типографии «Здравствуй»,

614077, г. Пермь,

ул. Даншина, 7,

тел.: (342) 257-14-05.