

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**Главный редактор  
Б.Е. Патон**

*Ученые ИЭС им. Е.О. Патона*  
д.т.н. **С.И. Кучук-Яценко** (зам. гл. ред.),  
д.т.н. **В.Н. Липодаев** (зам. гл. ред.),  
д.т.н. **Ю.С. Борисов**,  
д.т.н. **Г.М. Григоренко**,  
к.ф.-м.н. **А.Т. Зельниченко**,  
д.т.н. **В.В. Кныш**,  
д.т.н. **И.В. Кривцун**, д.т.н. **Ю.Н. Ланкин**,  
д.т.н. **Л.М. Лобанов**,  
д.т.н. **В.Д. Позняков**,  
д.т.н. **И.А. Рябцев**, д.т.н. **К.А. Ющенко**  
**Т.В. Юштина** (отв. секр.)

*Ученые университетов Украины*  
д.т.н. **В.В. Дмитрик**, НТУ «ХПИ», Харьков,  
д.т.н. **В.В. Квасницкий**,  
НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского», Киев,  
к.т.н. **Е.П. Четверто**,  
НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского», Киев,  
д.т.н. **М.М. Студент**, Физ.-механ. ин-т  
им. Г.В. Карпенко НАНУ, Львов

*Зарубежные ученые*  
д.т.н. **Н.П. Алешин**  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ  
д.т.н. **Гуань Цяо**  
Ин-т авиационных технологий, Пекин, Китай  
д.х.н. **М. Зиниград**  
Ун-т Ариэля, Израиль  
д.т.н. **В.И. Лысак**  
Волгоградский гос. техн. ун-т, РФ  
д-р инж. **У. Райсген**  
Ин-т сварки и соединений, Аахен, Германия  
д.т.н. **Я. Пилярчик**  
Ин-т сварки, Гливице, Польша  
д.т.н. **Г.А. Туричин**  
С.-Петербургский гос. политехн. ун-т, РФ

Адрес редакции  
ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ  
03150, Украина, Киев-150,  
ул. Казимира Малевича, 11  
Тел.: (38044) 200 6302, 200 8277  
Факс: (38044) 200 5484, 200 8277  
E-mail: journal@paton.kiev.ua  
www.patonpublishinghouse.com

Учредители  
Национальная академия наук Украины,  
ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ,  
МА «Сварка» (издатель)

Свидетельство о государственной  
регистрации КВ 4788 от 09.01.2001  
ISSN 0005-111X  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15407/as>

Рекомендовано к печати  
редакционной коллегией журнала

Журнал входит в перечень утвержденных  
Министерством образования и науки  
Украины изданий для публикации трудов  
соискателей ученых степеней

За содержание рекламных материалов  
редакция журнала ответственности не несет

Цена договорная  
Подписной индекс 70031

Издается ежемесячно

**СОДЕРЖАНИЕ**

Постоянная необходимость инноваций  
(интервью Б.Е. Патона для австрийского журнала  
«Perfect Welding») ..... 3

60 лет первой в мире мобильной машине для  
контактной сварки рельсов в полевых условиях ..... 5

Выдающийся ученый, инженер, педагог  
(к 125-летию академика К.К. Хренова) ..... 9

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

*Лычко И.И., Ющенко К.А., Супрун С.А., Козулин С.М.*  
Особенности плавления электрода и основного металла  
при электрошлаковой сварке ..... 12

*Скульский В.Ю., Моравецкий С.И., Нимко М.А., Пащенко Ю.Г., Кантор А.Г., Дмитрик В.В.* Влияние повторного  
нагрева при многопроходной сварке под флюсом  
на сопротивление сварных соединений роторной  
стали замедленному разрушению ..... 18

*Рябцев И.А., Бабинец А.А., Лентюгов И.П., Турык Э.В.*  
Влияние скорости подачи электродной проволоки на  
проплавление основного металла при дуговой наплавке ..... 23

*Полишко А.А., Медовар Л.Б., Стовпченко А.П., Антипин Е.В., Дидковский А.В., Туник А.Ю.* Свариваемость  
высокоуглеродистой стали электрошлакового перепла-  
ва при контактной стыковой сварке ..... 29

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ РАЗДЕЛ**

*Кусков Ю.М.* Применение порошковых проволок при нап-  
лавке, переплаве и в металлургии (Обзор) ..... 38

*Коленич Ф., Ковач Л., Секерка Р., Фарагула П.* Про-  
мышленные электронно-лучевые сварочные уста-  
новки модульной конструкции ..... 47

*Ткач П.Н., Молтасов А.В., Ткач И.Г., Прокопчук С.Н.*  
Методы определения локальных напряжений  
в сварных соединениях труб (Обзор) ..... 55

*Лобанов Л.М., Махлин Н.М., Водолазский В.Е., Попов В.Е., Муценко Л.П.* Новое оборудование для подготовки  
к сварке неповоротных стыков трубопроводов АЭС ..... 64

**ХРОНИКА**

Зимний съезд Международного института сварки ..... 68

# Автоматичне Зварювання

# Avtomaticheskaya Svarka (Automatic Welding)

Видається 12 разів на рік з 1948 р.

Published 12 times per year since 1948

Головний редактор **Б.Є. Патон**

Editor-in-Chief **B.E. Paton**

## ЗМІСТ

## CONTENTS

Постійна необхідність інновацій (інтерв'ю Б.Є. Патона для австрійського журналу «Perfect Welding») .....	3
60 років першої в світі мобільної машини для контактного зварювання рейок в польових умовах .....	5
Видатний вчений, інженер, педагог (до 125-річчя академіка К.К. Хренова) .....	9

Continuous need in innovations (interview with B.E. Paton for Austrian Journal «Perfect Welding») .....	3
60 years of the first in the world mobile machine for resistance welding of rails under field conditions .....	5
Prominent researcher, engineer, pedagogue (to 125 anniversary of academician K.K. Khrenov) .....	9

### НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

### SCIENTIFIC AND TECHNICAL

<i>Личко І.І., Ющенко К.А., Супрун С.О., Козулін С.М.</i> Особливості плавлення електрода та основного металу при електрошлаковому зварюванні .....	12
<i>Скульський В.Ю., Моравецький С.І., Німко М.О., Пащенко Ю.Г., Кантор О.Г., Дмитрик В.В.</i> Вплив повторного нагріву при багатопрхідному зварюванні під флюсом на опір зварних з'єднань роторної сталі уповільненому руйнуванню .....	18
<i>Рябцев І.О., Бабінець А.А., Лентюгов І.П., Турик Є.В.</i> Вплив швидкості подачі електродного дроту на проплавлення основного металу при дуговому наплавленні .....	23
<i>Полішко Г.О., Медовар Л.Б., Стопченко Г.П., Антипин Є.В., Дідковський О.В., Тунік А.Ю.</i> Зварюваність високовуглецевої сталі електрошлакового переплаву при контактному стиковому зварюванні .....	29

<i>Lychko I.I., Yushchenko K.A., Suprun S.A., Kozulin S.M.</i> Peculiarities of electrode and base metal melting in electroslag welding .....	12
<i>Skulsky V.Yu., Moravetsky S.I., Nimko M.A., Pashchenko Yu.G., Kantor A.G., Dmitrik V.V.</i> Effect of repeated heating in multi-pass submerged arc welding on resistance of welded joints of rotor steel to delayed fracture .....	18
<i>Ryabtsev I.A., Babinets A.A., Lentjugov I.P., Turyk E.V.</i> Influence of electrode wire feed rate on base metal penetration in arc surfacing .....	23
<i>Polishko A.A., Medovar L.B., Stovpchenko A.P., Antipin E.V., Didkovsky A.V., Tunik A.Yu.</i> Weldability of high-carbon steel of electroslag remelting in flash-butt welding .....	29

### ВИРОБНИЧИЙ РОЗДІЛ

### INDUSTRIAL

<i>Кусков Ю.М.</i> Застосування порошкових дротів при наплавленні, переплавленні та в металургії (Огляд) .....	38
<i>Коленіч Ф., Ковач Л., Секерка Р., Фарагула П.</i> Промислові електронно-променеві зварювальні установки модульної конструкції .....	47
<i>Ткач П.М., Молтасов А.В., Ткач І.Г., Прокопчук С.М.</i> Методи визначення локальних напружень у зварних з'єднаннях труб (Огляд) .....	55
<i>Лобанов Л.М., Махлін Н.М., Водолазський В.Є., Попов В.Є., Муценко Л.П.</i> Нове обладнання для підготовки до зварювання неповоротних стиків трубопроводів АЕС .....	64

<i>Kuskov Yu.M.</i> Application of flux-cored wires at surfacing, remelting and in metallurgy .....	38
<i>Kolenic F., Kovac L., Sekerka R., Faragula P.</i> Modular Design of High Productivity Electron Beam Welding Machines .....	47
<i>Tkach P.N., Moltasov A.V., Tkach I.G., Prokoptchuk S.N.</i> Methods for determination of local stresses in welded piped joints (Review) .....	55
<i>Lobanov L.M., Makhlin N.M., Vodolazskiy V.E., Popov V.E., Mutsenko L.P.</i> New equipment for preparation of stationary butts of npp for welding .....	64

### ХРОНІКА

### NEWS

Зимовий з'їзд Міжнародного інституту зварювання .....	68
---	----

Winter Congress of International Institute of Welding .....	68
---	----

Журнал «Автоматичне зварювання» видається англійською мовою під назвою «The Paton Welding Journal»

«Avtomaticheskaya Svarka» (Automatic Welding) journal is republished in English under the title «The Paton Welding Journal»

#### Адреса редакції

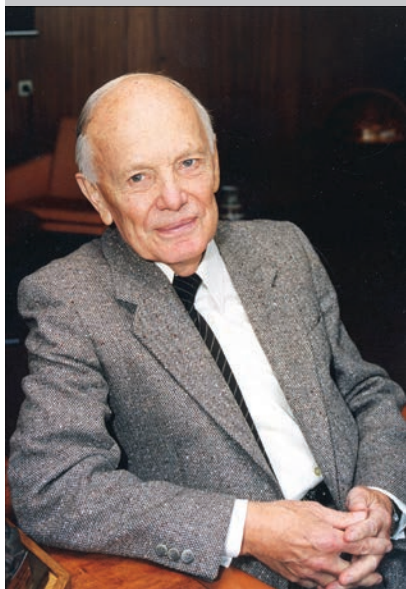
#### Address

03150, Україна, м. Київ-150, вул.Казимира Малевича, 11  
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України  
Тел./факс: (38044) 200-82-77, 200-63-02  
E-mail: journal@paton.kiev.ua  
www.patonpublishinghouse.com

The E. O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine,  
11 Kazimir Malevich Str., 03150, Kyiv, Ukraine  
Tel./Fax: (38044) 200-82-77, 200-63-02  
E-mail: journal@paton.kiev.ua  
www.patonpublishinghouse.com

## ПОСТОЯННАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ ИННОВАЦИЙ (интервью Б.Е. Патона для австрийского журнала «Perfect Welding»)

*Отдавая должное мировой известности Института электросварки и его руководителю, австрийский журналист попросил ответить Б.Е. Патона на ряд вопросов, касающихся текущих проблем сварочных технологий, сварки ТИГ и цифровых источников сварочного тока.*



**Профессор Патон, Вы — сын основателя одного из самых авторитетных в мире институтов по технологиям сварки и посвятили свою жизнь исследованиям в этой области. Что Вас привлекает в сварке?**

Создание сварочных технологий требует глубоких исследований, результаты которых чрезвычайно полезны для общества. Электродуговая сварка исключительно важна для развития человечества. Я нахожу эту область знаний одновременно вдохновляющей и захватывающей.

**Какие Вы считаете наиболее важные разработки в области дуговой сварки за последние сто лет?**

Самые впечатляющие изменения в промышленности стали возможными благодаря разработке ручной дуговой сварки металла, дуговой сварки под флюсом, сварки вольфрамовым электродом в инертном газе. Эти сварочные процессы были разработаны в трудные времена в период Второй мировой войны. В настоящее время около двух третей стального проката в мире используется для производства сварных конструкций. В большинстве случаев дуговая сварка является единственным возможным и наиболее эффективным способом соединения.

**Какую Вы видите роль промышленности в развитии сварочных технологий?**

Промышленный спрос определил развитие сварочных процессов: в этом отношении ведущую роль сыграли необходимость автоматизации производственных процессов и разнообразие геометрических форм конструкций. В ответ на постоянно растущие требования промышленности, разработанные новые методы сварки позволили эффективно соединять разнообразные материалы, такие, например, как высоколегированные или высокопрочные стали и цветные сплавы, с различной толщиной материала. Для удовлетворения возрастающих требований промышленности были разработаны основы сварки на переменном токе, от импульсных процессов до самонастраивающихся современных управляемых процессов. В настоящее время промышленность требует разработки методов соединения комбинаций материалов, которые обеспечиваются в гибридных процессах сварки.

**Насколько важен «старый» процесс сварки ТИГ с точки зрения его промышленного применения?**

Сварка ТИГ остается самым лучшим вариантом во всех случаях, когда предъявляются высокие требования к качеству сварного шва — от нержавеющей стали до алюминиевых, титановых и никелевых сплавов. Использование импульсных дуг ТИГ с одновременным механическим управлением вольфрамовым электродом улучшает качество сварного соединения. Более того, новаторские разработки позволяют значительно повысить экономическую эффективность сварки ТИГ. Эти разработки включают использование активных веществ (активирующий флюс в процессе А-ТИГ), высокочастотную сварку ТИГ (высокочастотную импульсную) и использование инертного газа, добавляемого к активному газу.

Сварка ТИГ будет играть все более важную роль в получении соединений в будущем, особенно в производственном секторе, в частности, там, где используются роботы. Ключевой областью применения является однопроводная сварка более толстых металлов толщиной до десяти миллиметров и более. Орбитальная сварка ТИГ в узкий зазор также имеет большой потенциал для улучшения характеристик, например, при изготовлении трубопроводов или при соединении разнородных базовых материалов.

**В наши дни силовая электроника играет важную роль в сварочных технологиях. Как можно оценить влияние развития цифровых сварочных источников тока?**

Цифровой источник питания, вместе с его интеллектуальной схемой управления и сенсорным оборудованием, оказывает влияние на все отрасли промышленности, использующие сварочные технологии, такие как энергетика, автомобилестроение и судостроение. Эта технология существенно меняет требования к качеству сварных изделий. Адаптивное управление процессом в цифровых сварочных установках позволяет снизить остаточные сварочные напряжения и деформации компонентов. Это улучшает качество выпускаемой продукции.

Цифровые технологии также меняют повседневную жизнь пользователей: сварка все больше ассоциируется с IT-методами и приборами. Это отражено в обучении системных специалистов, технологов и операторов, — необходимо уделять больше внимания программным, аппаратным и IT-навыкам. Я считаю, что это также повысит интерес к сварочной профессии у молодого поколения.

**Тем не менее, в последние несколько лет молодых талантов в сварочных профессиях не хватало. Как еще можно привлечь молодежь к карьере в области сварочных технологий?**

Я думаю, что интересная практика и обучение играют ключевую роль. Более того, работодатели должны создавать условия, в которых молодежь может развиваться. По сути, люди стремятся к успеху — они продемонстрируют приверженность тем областям, в которых они могут добиться этого успеха.

**Что Вы считаете величайшими вызовами для технологии сварки нашего времени?**

Растет число конструкций и машин, которые достигли критического срока службы. Поэтому ремонтная сварка является важной темой, поскольку необходимо обеспечить надежную работу, например, в энергетических компаниях и транспортных компаниях, химической промышленности. Важно создать надежные методы оценки остаточного срока службы сварных конструкций. Сами конструкции также необходимо доработать, чтобы облегчить техническое обслуживание и ремонтные работы. Что касается различных и часто сложных условий, это требует дальнейшего развития сварочного оборудования, процессов и присадочных материалов. Это самая неотложная задача, которую специалисты по сварке должны будут решить в ближайшие годы.

**Итак, подрастающему поколению специалистов по сварке предстоит решать сложные задачи?**

Конечно. Но, на мой взгляд, красота сварки заключается именно в этой постоянной необходимости поиска принципиально новых решений и разработки новых технологий, материалов и конструкций.

#### ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОСВАРКИ им. Е.О. ПАТОНА

*Институт электросварки им. Е.О. Патона, г. Киев, Украина, является одним из наиболее известных в мире исследовательских центров в области электросварки. Евгений Патон основал институт в 1934 г. в рамках Всеукраинской академии наук. Сейчас им руководит его сын, Борис Патон.*

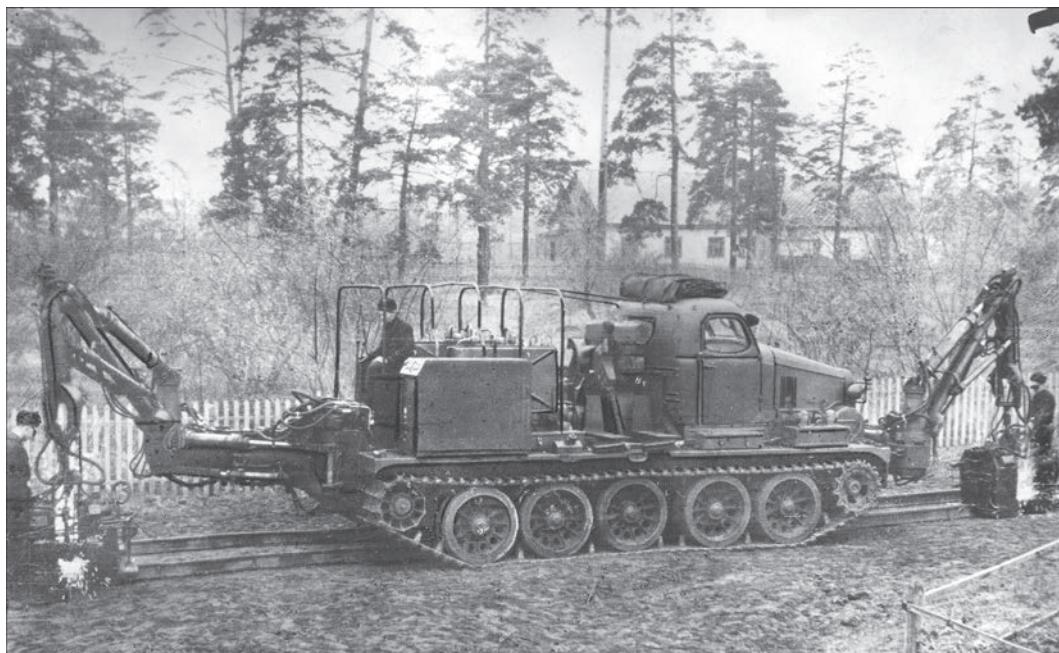


Перевод подготовлен редакцией журнала «Автоматическая сварка»

## 60 лет первой в мире мобильной машине для контактной сварки рельсов в полевых условиях

В послевоенные годы на значительной части территории бывшего СССР находились десятки тысяч километров железнодорожных путей, изуродованных войной и совершенно непригодных для какого-либо передвижения. Положение усугублялось также отсутствием в этот период производства новых рельсов. Выход был единственный — начать восстановление железнодорожных путей с использованием сохранившихся неповрежденными рельсов, чтобы возобновить по ним доставку необходимых грузов. При этом уже на этом этапе реконструкции ставилась задача перейти к наиболее прогрессивной технологии, а именно к получению бесстыковой рельсовой колеи (без двусторонних накладок), позволяющей развивать большие скорости движения и более надежные в обслуживании.

Первоочередной задачей явилось изыскание способа надежного неразъемного соединения концов рельсов. Известные в те годы способы сварки — термитная и электродуговая характеризовались очень низкой производительностью (1-2 стыка в час), требовали использования большого количества сварочных материалов и высококвалифицированных операторов. В то же время отмеченные способы сварки не обеспечивали механические свойства соединений, удовлетворяющие высоким требованиям к соединениям бесстыковых путей (близкие к свойствам основного металла рельсов).



Мобильный комплекс K355 во время испытаний на путях Киевской железной дороги (1960 г.)

Таким требованиям удовлетворяла контактная сварка рельсов, применяемая на заводах за рубежом, которые были оборудованы стационарными рельсосварочными машинами. На них сваривались рельсовые плети длиной 200...400 м, которые затем транспортировали к месту укладки специальными поездами. Такие машины потребляли мощность 400...500 кВ·А, а их масса превышала 200 т. Это обстоятельство позволяло их использование только в специализированных рельсосварочных цехах, имеющих достаточную мощность энергообеспечения (600...800 кВ·А). Создание таких предприятий на территории СССР в то время не представлялось возможным.

Перед Институтом электросварки в середине 1950-х годов была поставлена задача государственного значения — создать оборудование для контактной сварки рельсов непосредственно в пути при его реконструкции и ремонте. При этом процесс сварки должен был осуществляться полностью в автоматическом режиме и с учетом пониженных требований к точности обрезки торцов рельсов по сравнению с требованиями в условиях заводских цехов. Последнее обусловлено тем, что в полевых условиях использование оборудования для высокоточной обработки концов рельсов затруднительно.

---

Разработка новой технологии и оборудование для сварки рельсов в полевых условиях выполнялось в ИЭС комплексно. Наряду с изысканием технологии сварки, обеспечивающей требуемое качество соединений с минимальным потреблением энергии, разрабатывались системы управления, обеспечивающие ее стабильное воспроизводство независимо от изменения условий эксплуатации, а также оборудование, имеющее значительно меньшую массу и габариты. Разрабатываемое оборудование предполагалось использовать как инструмент, устанавливаемый на свариваемые рельсы. Было установлено, что значительное уменьшение мощности процесса сварки, потребляемой при контактной сварке рельсов, может быть достигнуто при использовании для основного нагрева мощности сварки непрерывным оплавлением вместо применявшегося нагрева сопротивлением в стационарных машинах цехов. Возбуждение непрерывным оплавлением при низких удельных мощностях стало возможным благодаря использованию регуляторов скорости оплавления и значительному снижению (в 2-3 раза) сопротивления сварочного контура машин.

Для получения требуемого нагрева при сварке впервые было предложено программное снижение напряжения при оплавлении. Такая технология, получившая название непрерывного оплавления с программным снижением напряжения, была положена в основу разработки режимов сварки различных типов рельсов. На все перечисленные новации были получены международные патенты в ведущих странах мира. С их использованием впервые в мире разработана мобильная сварочная машина К355 для сварки рельсов непрерывным оплавлением в полевых условиях. Она отличалась малой массой (2,3 т), позволяла использовать ее для установки на рельсы с помощью стандартных подъемных механизмов. Мощность сварочной машины составляла 150 кВт, для ее энергообеспечения достаточно было использовать стандартные дизельгенерирующие электростанции мощностью 200 кВт·А. Первые рельсосварочные машины устанавливались на вездеходы повышенной проходимости, оборудованные гидроподъемниками и использовались на экскаваторах. Энергоснабжение двух сварочных машин, работающих одновременно, осуществлялось от генератора, соединенного с валом отбора мощности вездехода. Несколько десятков таких передвижных сварочных комплексов успешно использовались для восстановления железнодорожных путей в труднодоступных участках дорог бывшего СССР.

По мере восстановления железных дорог основной объем сварочных работ был связан с их реконструкцией и укладкой новых секций рельсов со шпалами. Для этих целей были разработаны передвижные комплексы на базе самоходных железнодорожных платформ (ПРСМ) с порталными подъемными устройствами. Для повышения производительности предусматривалась одновременная сварка двух стыков отдельными машинами.

В 1960 г. по документации, разработанной ИЭС, машины К355 начал выпускать Каховский завод электросварочного оборудования (КЗЭСО). К середине 1960-х годов в СССР эксплуатировалось около сотни таких машин. Их конструкция непрерывно совершенствовалась с учетом запросов потребителей. С середины 1970-х годов начался экспорт таких машин в различные страны мира. Их закупали США, Великобритания, Австрия, Китай и другие страны. Всего, по данным КЗЭСО, 80 % мирового парка мобильных сварочных машин приходится на машины, изготовленные в Украине.

На современном этапе разработка новых типов сварочных машин в ИЭС продолжается. Это обусловлено тенденцией использования на железнодорожных путях высокопрочных рельсов нового поколения.

В последнее десятилетие продолжают разработки, направленные на совершенствование оборудования для сварки рельсов в полевых условиях. При этом учитываются реальные задания на использование таких машин в разных регионах мира.

Применение новой технологии сварки высокопрочных рельсов, совмещенной с их натяжением, потребовало создания новых поколений рельсосварочных машин, отличающихся значительно большими усилиями осадки, оснащенными встроенными механизмами для удаления усиления сварного шва в горячем состоянии. Перечисленные особенности новой технологии сварки высокопрочных рельсов и систем многофакторного регулирования были положены в основу создания нового поколения мобильных рельсосварочных машин. В них использованы современные системы вычислительной техники, быстродействующие гидроприводы и мощные системы электронного управления параметрами сварки. Такие машины позволяют выполнять сварку длинномерных рельсовых плетей, совмещенную с их натяжением.

Первая машина К921 для сварки рельсов пульсирующим оплавлением с натяжением

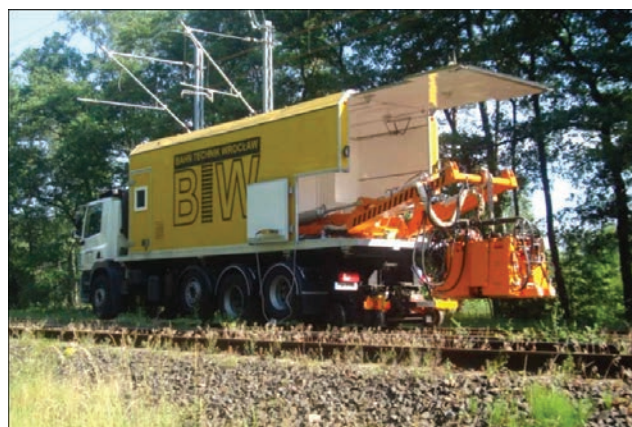


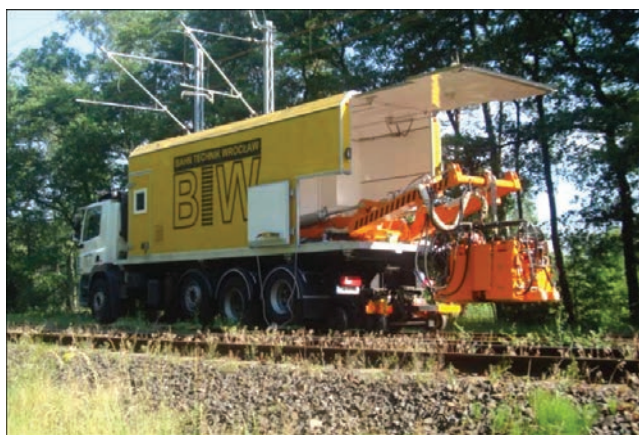
Передвижной рельсосварочный комплекс на железнодорожной платформе

была разработана в ИЭС в 2001 г. и была изготовлена КЗЭСО в кооперации с фирмой Norfolk Southern (США). Ее внедрение и доводка технологии сварки рельсов выполнялось с участием ИЭС на железных дорогах, принадлежащих этой фирме. Впервые в мировой практике была выполнена контактная сварка рельсовых плетей бесконечной длины, протяженностью до нескольких сотен километров, без болтовых соединений. По имеющимся данным общая протяженность сваренных фирмой бесстыковых путей бесконечной длины превышает 10 тыс. км.

В 2001-2005 гг. разработаны машины типа К920 и К922 двух модификаций. Параметры этих машин (усилия осадки, зажатия, габариты машины) оптимизированы с учетом применяемых технологий ремонта и строительства, а также имеющихся передвижных рельсосварочных комплексов. В частности, удалось значительно (в 1,5 раза) снизить массу и габариты машин по сравнению с первым опытно-промышленным образцом К921.

В 2010-2012 гг. в соответствии с лицензионным соглашением с фирмой Holland Company (США) ИЭС разработаны машины К930 и К945, которые имеют увеличенный ход подвижного зажима до 450 м при усилии осадки 120 т. Это позволяет сваривать длинномерные рельсовые плети большой длины при ре-





конструкции железнодорожных путей. Соответственно разработаны передвижные комплексы для работы с такими машинами. Минимизация массы и расширенные возможности привода осадки позволили создать высокоманевренные передвижные комплексы. Десять таких комплексов работает с 2014 г. на железных дорогах Великобритании. Они используют машины K945, разработанные в ИЭС и изготовленные на КЗЭСО.

Современные мобильные рельсосварочные комплексы, выпускаемые КЗЭСО, представляют собой самоходные установки, которые могут передвигаться на рельсовом ходу или на комбинированном ходу, позволяющим перемещаться как по рельсам, так и по шоссе и грунтовым дорогам.

На передвижных комплексах кроме рельсосварочных машин установлены дизель-генераторные установки мощностью 200-300 кВт, гидроподъемники, вспомогательное оборудование для подготовки рельсов под сварку, система неразрушающего контроля. Подобного типа мобильные комплексы, где используются машины K920, K922, K930, K950, применяются на железных дорогах Европы, фирмой Holland в США, фирмой Network Rail в Великобритании, в Китае, Австралии, Бразилии, Тайване, Малайзии, Индии, Турции, Саудовской Аравии и Таиланде.

Академик НАН Украины С. И. Кучук-Яценко



## ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЕНЫЙ, ИНЖЕНЕР, ПЕДАГОГ (к 125-летию академика К.К. Хренова)



Академик Константин Константинович Хренов родился 25 февраля 1894 г. в Боровске, Калужской губернии, в семье учителя. С 1905 г. Хреновы переезжают в Нижний Новгород, где в 1911 г. Константин заканчивает реальное училище. В том же году он поступает в Петербургский электротехнический институт. Одновременно начинает зарабатывать на жизнь и с 1915 г. устраивается на постоянную работу по проектированию гидроэлектростанций и химических заводов. Лекции ученых с мировым именем, занятия в хорошо оснащенных лабораториях и практическая работа — все это способствовало формированию высококвалифицированного инженера-электрика и электрохимика. В 1918 г. К.К. Хренов приезжает в Уфу, где заведует электростанцией, разрабатывает план электрификации Уфимской губернии. Одновременно он участвует в организации курсов техников, на базе которых впоследствии было создано высшее учебное заведение.

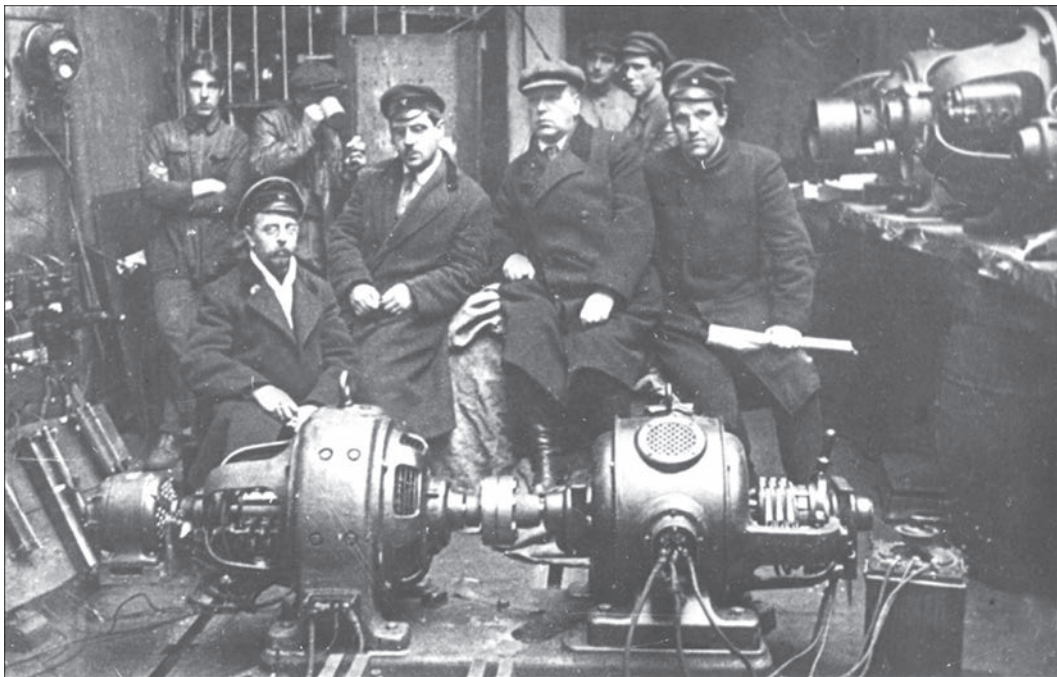
В конце 1921 г. Константин Константинович возвращается в Петроградский электротехнический институт на кафедру прикладной электрохимии. С середины 1923 г., не оставляя работы в институте, он начал работать в Электромашиностроительном тресте.

В эти годы начиналась эра интенсивного развития сварочного производства. В США, Германии, Бельгии, ряде других стран создавались исследовательские лаборатории, работали конструкторские группы, налаживалось производство сварочного оборудования. К.К. Хренов заинтересовался электросваркой и, начав с изучения зарубежного опыта, перешел к самостоятельным лабораторным исследованиям в Электротехническом институте и проектным работам в Элмаштресте. Одновременно К.К. Хренов и еще два молодых энергичных инженера — В.В. Никитин и А.Е. Алексеев организовали на Ленинградском заводе «Электрик» опытное производство сварочного генератора СМ-1 и трансформатора СТ-2. При активном участии Хренова завод был реконструирован и вскоре превратился из полукустарного предприятия в завод с годовым выпуском до 10 тыс. сварочных машин.

В 1925 г. Константина Константиновича переводят в Москву. Здесь продолжается его многоплановая работа по организации сварочного производства. Хренов принимает участие в проектировании Московского завода металлических электродов, пишет обзоры, учебные пособия. По методическим пособиям Хренова в стране за короткий срок были подготовлены сотни электросварщиков. В 1928 г. в Харькове, на Первом всеукраинском съезде сварщиков он сделал один из основных докладов. В Московском институте инженеров железнодорожного транспорта Хренов создал специальный курс сварки и сварочную лабораторию, положив начало самостоятельной кафедре. В 1930 г. Константин Константинович стал доцентом, в 1932 г. — профессором. К этому времени Хренов преподавал сварку еще в нескольких вузах, в том числе и в Московском автосварочном комбинате, где работали также В.П. Никитин и Г.А. Николаев.

Когда в 1932 г. автогенно-сварочный институт влился в МВТУ, К.К. Хренов перешел работать в это крупнейшее учебное заведение, руководил кафедрой технологии дуговой сварки, создал лабораторию. Здесь, а также в других лабораториях он возглавлял научные исследования по широкому спектру проблем, привлекая к научной работе преподавателей, аспирантов, студентов. Результаты научно-исследовательской работы легли в основу многих разделов формировавшейся сварочной науки.

В конце 1920–1930-х гг. К.К. Хреновым изучены процессы в сварочной дуге, влияние на свойства дуги магнитных полей, ряда химических элементов и состава обмазок, особенно технологии сварки цветных металлов, сварки дугой переменного тока и ряда других технологий. Для промышленности Хренов создает новый тип трансформаторов СТХ, совершенствует конструкцию контактных машин, дефектоскопов, разрабатывает составы электродных покрытий, термитных смесей и многое другое. К началу 1940-го им была разработана автоматическая сварка электродной проволокой под керамическим неплавленным флюсом. Эта технология получила широкое развитие в 1950–1960-х гг.



Возле первого в мире сварочного мотора-генератора. Крайний справа К.К. Хренов (1932 г.)

Особый интерес представляют работы К.К. Хренова по дуговой сварке и резке под водой. Ученому удалось добиться устойчивого горения дуги под водой, исследовать ее свойства, создать плавящиеся электроды со специальными покрытиями. В 1932 г. были проведены производственные испытания технологии и оборудования и началась подготовка подводных сварщиков. Впервые в мире сообщение о результатах подводной сварки появилось в 1934 г. в журнале «Сварщик», а уже в 1934 г. статью Хренова перепечатали американский и японский журналы. Технология сразу же нашла применение при подъеме судов, а в годы Второй мировой войны лаборатория Хренова и специальные отряды выполняли большой объем работ по ремонту кораблей, демонтажу разрушенных мостов и портовых сооружений. В 1946 г. за разработку методов подводной дуговой сварки и резки К.К. Хренову была присуждена Сталинская премия 2 степени.

В феврале 1945 г. К.К. Хренов был избран академиком АН УССР и начал работать в Институте электросварки; с 1947 г. он одновременно заведует кафедрой сварочного производства Киевского политехнического института, создает большую учебную лабораторию, где разворачиваются также и научно-исследовательские работы. С 1952 по 1963 гг.

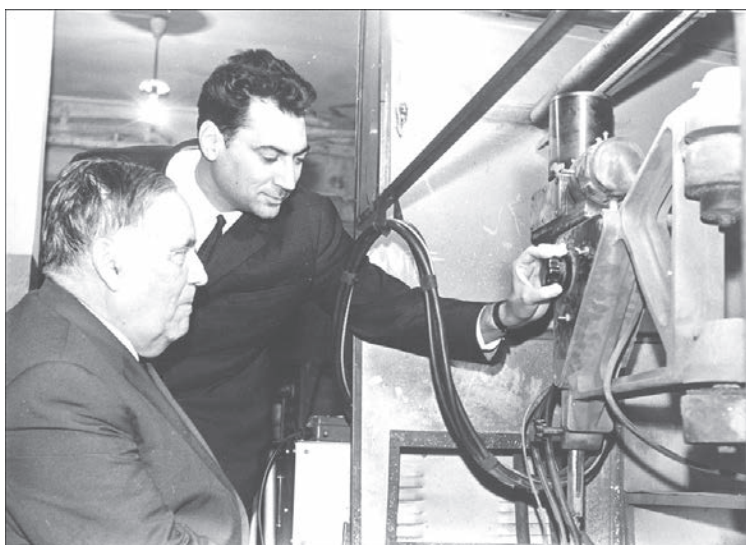


Делегаты конференции в Вене: К.К. Хренов второй справа в нижнем ряду (1958 г.)

Константин Константинович руководит лабораторией электротермии в Институте электротехники АН УССР. В 1953 г. К.К. Хренова избирают членом-корреспондентом АН СССР и с этого же года в течение 8 лет он является членом Президиума АН УССР. Много времени и энергии он уделяет оснащению институтов, подготовке молодых научных работников, повышению уровня и отдачи исследований. Более того, он активно занимается популяризацией научных достижений, выступает с докладами, руководит семинарами, участвует в работе редколлегии журналов «Сварочное производство», «Автоматическая сварка», «Наука і життя», энциклопедий, сборников и справочников. Энцикло-

педические знания Хренова ярко проявились при создании уникального терминологического словаря по сварке.

Со времени переезда в Киев Хренов издает несколько монографий, новые учебно-методические пособия, публикует результаты многочисленных исследований, получает авторские свидетельства. В 1950–1960-х гг. под его руководством выполнены работы, посвященные аргодуговой сварке, поверхностной дуговой закалке, газопрессовой сварке, применению ультразвука и магнитных полей при сварке. Продолжая исследования дугового разряда, Хренов и его сотрудники разработали технологию и создали



Испытание установки для точечной контактной сварки. К.К. Хренов и Э.М. Эсибян (1960 г.)

оборудование для плазменно-дуговой резки и сварки малоамперной дугой тонких металлов. Широкую известность получили работы по совершенствованию керамических флюсов. К.К. Хренов и М.М. Борт создали конструкции режущих сопел со сверхзвуковой скоростью истечения кислорода и добились высокого качества реза сталей толщиной до 2 м при низком давлении. Сконструированные в Киевском политехническом институте резаки сразу же нашли применение на машиностроительных и металлургических заводах.

Способ холодной сварки, разработанный Хреновым и его учениками, занял заметное место в промышленности, особенно электротехнической. Константин Константинович доказал, что практически все металлы, в том числе и сталь, поддаются холодной сварке. Созданная К.К. Хреновым и В.Э. Моравским конденсаторная сварка позволила решить проблемы изготовления микродеталей из металлов толщиной в десятые и сотые доли миллиметра. Новый способ и оборудование нашло применение в производстве радиоаппаратуры, в электронике и точной механике.

Созданный К.К. Хреновым отдел электротермии в 1963 г. вошел в Институт электро-сварки им. Е.О. Патона, где продолжались начатые ранее работы по холодной сварке, сварке металлов малой толщины (конденсаторной и импульсно-дуговой) и другие.

Известен большой интерес Хренова к истории техники. Еще в 1930-е годы он опубликовал статьи о Н.Н. Бенардосе и Н.Г. Славянове, позже вышли статьи по истории сварки в сборниках, книгах, а в 1958 г. он организовал Украинское отделение историков естествознания и техники, объединив сотни ученых, интересующихся историей. В этом направлении своей деятельности он достойно представлял Украину на всесоюзных и международных конгрессах.

До последних дней жизни Хренов продолжал активную научную деятельность, консультировал научных сотрудников и преподавателей вузов, писал статьи и мемуары. Последними из его работ были учебник по теории сварочных процессов, научно-популярная книга для молодежи и главы в большом коллективном труде по истории сварки. Всего им написано более 200 научных работ, получено несколько десятков патентов и авторских свидетельств. Тысячи инженеров-сварщиков слушали лекции Хренова, учились по его книгам в созданных им лабораториях. Многие известные ученые и организаторы производства являются его учениками.

Скончался Константин Константинович 11 октября 1984 г.

Почти семь десятилетий К.К. Хренов был в авангарде научно-технического прогресса одной из ведущих технологий современности. Его вклад в создание сварочной науки, в развитие сварочного производства, изобретения и разработки ряда способов сварки отмечены пятью орденами СССР, Сталинской премией 2 степени и премией Совета Министров СССР. Он был удостоен звания заслуженного деятеля науки и техники УССР. Имя этого выдающегося ученого и инженера всегда будет стоять одним из первых в истории сварки.

А.Н. Корниенко, д-р истор. наук

## ЗИМНИЙ СЪЕЗД МЕЖДУНАРОДНОГО ИНСТИТУТА СВАРКИ

14–18 января 2019 г. в Институте сварки Франции (Вильпант, Париж) прошел ежегодный промежуточный зимний съезд Международного института сварки.

Традиционно зимой проходят собрания части рабочих групп и комиссий, входящих в Международную комиссию по аккредитации (IAB) и Совет по техническому менеджменту (ТМВ): группы А (Обучение и квалификация) и В (Аккредитация) IAB, комиссии С-XIV (Образование), С-V (Контроль и обеспечение качества в сварке), группы WG-RA (региональная деятельность) и WG-STAND (стандарты) и др. Также в ходе зимнего съезда проходят заседания совета директоров, редакционной коллегии журнала *Welding in the World* и совета аудиторов IAB.

В текущем году от Украины, помимо участия в работе групп и комиссий, было представлено 2 доклада.

Первый доклад был сделан на заседании комиссии С-XIV. Он был посвящен вопросам текущего состояния системы обучения и аттестации сварщиков, в том числе, стандартам и программам, утвержденным Министерством образования и науки Украины, гармонизированных с программами Международного института сварки. Следует отметить, что в данном вопросе Украина добилась существенного прогресса. Работы в этой области были отмечены, в частности, МОН Украины: в 2018 г. коллектив, в состав которого входят и сотрудники МУАЦ ИЭС им. Е.О. Патона, был удостоен Государственной премии в области образования.

Второй доклад был сделан на заседании группы WG-RA (региональная деятельность). Он был посвящен отчету о проведенной в начале декабря 2018 г. конференции «Welding and Related Technologies: Present and Future», посвященной 100-летию Национальной академии наук Украины. Конференция стала первым мероприятием, организованным в Украине в партнерстве с Международным институтом сварки, а специальным гостем конференции стала исполнительный директор Института д-р Сесиль Майер.

Конференция охватила множество актуальных тем, связанных со сваркой и родственными технологиями, а именно:

– технологии, материалы, оборудование;



Штаб-квартира МИС



Рабочий момент заседания

- сварные конструкции;
- неразрушающий контроль и техническая диагностика;
- оптимизация сварных конструкций, автоматизация проектирования, продление ресурса работы;
- инженерия поверхности;
- сварка в медицине, нанотехнологии и наноматериалы;
- экологические вопросы;
- спецэлектрометаллургия;
- стандартизация и сертификация;
- системы управления.

Участники группы SG-RA и лично д-р Майер отметили высокий уровень организации конференции и выразили пожелания в дальнейшем сотрудничестве в проведении подобных мероприятий.

Е.П. Чвертко