



Е. О. Патон

АКАДЕМИЯ НАУК СССР



А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ СЕРИЯ

А.А.ЧЕКАНОВ

Евгений Оскарович
ПАТОН

1870-1953



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
Москва 1963

Евгений Оскарович Патон — крупнейший советский ученый, выдающийся специалист в области мостостроения и электросварки металлов, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии.

В 1955 г. вышли в свет его «Воспоминания» — безыскусственно простые, порой предельно краткие, но вместе с тем насыщенные событиями и размышлениями. Однако «Воспоминания» Е. О. Патона не дают полного представления его многогранной деятельности в области мостостроения и электросварки. Вышедшие в 1959—1961 гг. избранные труды ученого в трех томах и многочисленные монографии по мостостроению и сварке не доступны широкому кругу читателей.

Об огромной и разносторонней инженерной, научной, педагогической и общественной деятельности, о большой и многогранной жизни ученого, полной творческого труда и беззаветного служения народу, рассказывается в данной книге.

Книга рассчитана на широкий круг читателей — научных работников, инженеров, преподавателей и учащихся высших и средних учебных заведений.

ВВЕДЕНИЕ

Имя заслуженного деятеля науки Евгения Оскаровича Патона хорошо известно в нашей стране и за рубежом; широко известна его исключительно многогранная и плодотворная научная и общественная деятельность.

Е. О. Патон отдал свыше 30 лет жизни строительству мостов и является одним из основоположников отечественной школы мостостроения. Он отчетливо представлял себе недостатки мостовых конструкций, из которых едва ли не самым существенным были клепаные соединения элементов.

Введение рациональных конструкций пролетных строений, совершенствование методов их монтажа, необходимость изготовления огромного количества металлоконструкций, определявшаяся колоссальной программой индустриализации СССР,— все это настоятельно требовало замены трудоемкой и малоэффективной клепки более прогрессивным способом образования неразъемных соединений. Таким способом, по мнению Е. О. Патона, была электросварка. Этой проблеме он и посвятил вторую половину своей жизни.

С именем ученого тесно связаны обширные комплексные научно-исследовательские работы по вопросам прочности сварных конструкций, изысканию и внедрению в промышленность различных высокоэффективных способов сварки, созданию поточных линий в сварочном производстве, разработке технологии и аппаратуры автоматической сварки и т. п.

С именем Е. О. Патона связано также создание первого в мире научно-исследовательского института электросварки, основанного по его инициативе в 1934 г. при Академии наук УССР. Этот институт, которым он руководил с момента его основания до конца своей жизни, стал ведущим центром в области сварки в нашей стране.

В Институте электросварки за короткий срок был создан способ автоматической сварки, спроектирована и изготовлена аппаратура для этого способа и освоена ее технологический процесс.

Благодаря исключительной энергии Е. О. Патона, при поддержке партии и правительства, этот метод сварки был быстро внедрен в производственную практику и используется для изготовления железнодорожных цистерн, паровых котлов, металлических конструкций, речных и морских судов, танков, автомобилей, химической и нефтяной аппаратуры, трубопроводов и т. д.

Деятельность Е. О. Патона воплотилась в воздвигнутых по его проектам мостах, в конструкциях, сваренных по его методу, в созданных им машинах, во множестве написанных им научных трудов и учебников.

I

БИОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Труд, труд и труд — вот девиз этого исключительного человека.

Автору этих строк приходилось неоднократно встречаться с Евгением Оскаровичем. Эти встречи оставили неизгладимое впечатление. И если бы меня спросили, что же было особенным, замечательным в этом выдающемся ученом, я бы ответил: деловитость и скромность, которые проявлялись во всем. Вместе с тем Евгений Оскарович был очень чутким, внимательным и заботливым человеком.

ДЕТСКИЕ И ЮНОШЕСКИЕ ГОДЫ

20 февраля 1870 года в Ницце у русского консула, а в прошлом гвардейского полковника, затем военного инженера, прослужившего до сорока лет в армии, Оскара Петровича Патона родился сын Евгений¹.

Оскар Петрович боялся тлетворного влияния Ниццы на детей, а потому тщательно оберегал их от праздности — матери многих пороков. В противоположность вечно праздной и шумной Ницце, большая семья консула, где было семеро детей — пять братьев и две сестры, — жила совсем иной жизнью, в основе которой были строгая дисциплина и труд. Дети занимались дома с приходящими учителями. Науки Евгению давались легко. Кроме русского, дети обучались также французскому, английскому и немецкому языкам, но дома разговаривали только по-русски. Консул хотел вырастить их достойными гражданами своей родины. Он больше всего боялся того, «как бы

¹ ЦГИАЛ, ф. 229, оп. 19, д. 1725, л. 14, 1896 г.

его дети, родившиеся за границей, не выросли иностранцами, людьми без роду и племени, как бы не схватили они прилипчивую отвратительную болезнь, гораздо более опасную, чем все известные хвори: страсть к наживе, к праздному ничегонеделанию. Он считал очень полезным родной воздух и часто на лето отсылал нас вместе с матерью в Россию. Впоследствии, в мои студенческие годы, отец был искренне доволен тем, что я отбывал в России воинскую повинность». Так писал Е. О. Патон в своих «Воспоминаниях»².

Жизнь у моря определила его детские мечты: он думал лишь о морской службе, хотел стать капитаном, бесстрашным покорителем морской стихии.

Совсем иначе представляли себе его будущее родители, причем мать и отец — по-разному.

Для своих сыновей мать Екатерина Дмитриевна мечтала о блестящей карьере гвардейского офицера, о жизни богатого помещика, о бездумной жизни аристократа.

Напротив, у Оскара Петровича были демократические взгляды: он хотел, чтобы независимость его детей была завоевана честным трудом, чтобы у них была специальность и они стали людьми, полезными обществу. Этого он хотел и для Евгения, которого и определил в реальную гимназию в Штутгарте.

Директор гимназии в Штутгарте был математиком, и поэтому главное внимание здесь уделялось точным наукам. Евгения приняли сразу в седьмой класс гимназии и, чтобы догнать своих товарищей по классу, ему пришлось много и упорно работать. К этому времени он уже выработал привычку, по его словам, «сидеть за рабочим столом столько, сколько было нужно», и вскоре догнал своих соучеников.

Окончить гимназию в Штутгарте ему не удалось. Оскара Петровича назначили консулом в Бреславль, и вся семья переехала туда.

В Бреславльской гимназии директор был лингвистом, и к знаниям языков предъявлялись исключительно жесткие требования. Учиться кое-как Евгений не хотел и поэтому решил лучше потерять год, но получить отличные

² Е. О. Патон. Воспоминания. Литературная запись Юрия Бурыковского. Київ, Державне видавництво художньої літератури, 1955, стр. 6.

знания языков; он понимал, что без этого нельзя стать настоящим инженером.

На карманные деньги, выдаваемые отцом, Евгений пригласил репетитора и после усиленных занятий в короткий срок уже читал без словаря в оригиналах французских, английских и немецких классиков. «Теперь я знаю, что дает самую большую радость, — говорил Евгений отцу. — Это умение поставить себе пусть маленькую, но самостоятельную цель и упорно добиваться ее достижения»³. Этому правилу он оставался верен всю свою жизнь, в большом и малом.

В 1888 г. Е. О. Патон одним из первых учеников окончил гимназию в Бреславле. К этому времени, под влиянием рассказов отца о русских инженерах, многих из которых он знал лично, Евгений твердо решил стать инженером-строителем. Он уже конкретно выбрал профиль своей будущей профессии — Евгений решил стать мостостроителем. «Строить, создавать на радость людям, — что может быть прекраснее и увлекательнее?» — писал он в своих «Воспоминаниях».

Выбор именно этой профессии определялся двумя причинами, в которых были ясно выражены заветные думы о России и стремление применить на практике знания, которые будут получены в институте. Об этих причинах Евгений Оскарович писал: «Первая — личная. Мне нравятся точные науки не сами по себе, а возможность их применения на практике. Абстрактные числа и формулы — не для меня. Другое дело — увидеть эти формулы и ряды цифр воплощенными в строительных конструкциях. А мосты — один из самых интересных видов таких конструкций». Вторую причину он объяснял своим товарищам по гимназии так: «В России, на моей родине, сейчас идет большое строительство железных дорог. Взгляните на карту. Тысячи больших и малых рек! К тому времени, когда я закончу институт, каждый знающий мостовик будет у нас в России очень нужным человеком»⁴.

³ Е. О. Патон. Воспоминания, стр. 10.

⁴ Там же.

ГОДЫ УЧЕНИЯ. ЗА ГРАНИЦЕЙ — С МЫСЛЯМИ О РОССИИ

Осенью 1888 г. Е. О. Патон поступает на инженерно-строительный факультет Дрезденского политехнического института. Со своими однокурсниками он не сошелся. Его не привлекали попойки и дуэли, занимавшие большое место в жизни студенческих корпораций. Патон всецело отдался занятиям. Второстепенных предметов для него не существовало. Он не позволял себе пропустить лекцию или просрочить сдачу чертежей, как другие студенты. Не ограничиваясь рамками учебных программ, он старается расширять свои знания: работает в студенческом инженерном кружке, много читает и дома и в Дрезденской публичной библиотеке, охотно бывает с экскурсиями на заводах и стройках, чем немало изумляет своих товарищей студентов.

В первые же летние студенческие каникулы — летом 1889 г. Патон едет в Россию, упорно занимается все лето и сдает в Новозыбковской гимназии экзамен на аттестат зрелости. Его не покидает мечта получить диплом русского инженера. «Я вынужден пока жить и учиться за границей, но, как только закончу образование, вернусь на родину и к немецкому диплому постараюсь присоединить диплом русский», — мечтает молодой Патон⁵.

Несмотря на то, что в Германии ему внушали мнение об отсталости русской науки, Патон заранее гордился званием русского инженера. В немецкой технической литературе часто указывалось на значительное отставание России от Европы в области мостостроения. Писалось также о том, что отдельные, заслуживающие внимания сооружения в русском железнодорожном строительстве не являются оригинальными, а заимствованы у иностранных строителей. Такое же принижение русских мостостроителей проявлялось в лекциях профессоров Дрезденского политехнического института. (Ниже мы увидим, как Е. О. Патон развенчал это необъективное мнение.) Однако доходившие до Патона сведения о развернувшемся в то время крупном железнодорожном строительстве в России позволили опровергнуть это.

Е. О. Патон слышал от своего отца о замечательном русском инженере Станиславе Валериановиче Кербедзе

⁵ Е. О. Патон. Воспоминания, стр. 11.



Е. О. Патон в студенческие годы

(Оскар Петрович хорошо знал его по совместной службе), по проекту которого был построен в 1850 г. Николаевский мост через Неву с разводной частью для пропуска судов. Это был первый большой мост с чугунными арками; он являлся одним из самых достопримечательных сооружений того времени. В 1852 г. Кербедз первым не только в России, но и в Европе при проектировании моста через Вислу (в Дирмау) для Варшавской железной дороги использовал железные решетчатые фермы большого про-

лета. В соревновании со своими иностранными коллегамостостроителями Кербедз часто выходил победителем.

Затем Е. О. Патон узнал о русском инженере Д. И. Журавском, который в середине XIX века первым опубликовал научный метод расчета ферм. Теория Д. И. Журавского была практически использована ее создателем при постройке всех мостов Петербургско-Московской железной дороги. Впоследствии к теоретическим трудам и практическому опыту Д. И. Журавского неоднократно обращались известные иностранные мостостроители и многое заимствовали у него.

Тогда же Е. О. Патон узнал еще об одном замечательном русском инженере — Н. А. Белелюбском, авторе Сызранского балочного железнодорожного тринадцатипролетного моста с фермами многораскосной системы. Этот мост длиной в полтора километра был самым большим в Европе. Конечно, такое грандиозное сооружение не могло быть осуществлено без глубоких теоретических познаний.

Все эти весьма значительные факты не находили отражения в иностранной технической литературе, что поражало и возмущало молодого Патона.

На выбор профессии мостостроителя оказала влияние также встреча Е. О. Патона в Дрездене с приехавшим туда по личным делам профессором Петербургского института инженеров путей сообщения В. И. Курдюмовым. В. И. Курдюмов занимался изучением поведения грунтов под давлением мостовых опор и железнодорожных насыпей — одной из важнейших проблем железнодорожного строительства. Его работа «О сопротивлении естественных оснований» создала ему имя в научном мире.

В. И. Курдюмов рассказал Патону о большом железнодорожном строительстве в России, в частности о строительстве Великого Сибирского пути, о больших и трудных задачах, которые в связи с этим стоят перед русскими мостостроителями. Из этих рассказов Патон узнал, что Кербедз, Журавский, Белелюбский и Курдюмов — воспитанники Института инженеров путей сообщения.

После этой встречи молодой Патон проникся еще большим желанием получить диплом русского инженера в Петербургском институте инженеров путей сообщения.

Дрезденский политехнический институт Е. О. Патон блестяще закончил в 1894 г. В Институте ему было предложено место ассистента профессора Френкеля на ка-

федре статике сооружений и мостов. Он должен был вести занятия со студентами по мостам, статике сооружений и металлическим перекрытиям⁶, что в перспективе могло дать ему звание профессора.

Е. О. Патон не сразу согласился на это. Впоследствии он писал: «Немного страшил столь быстрый переход от роли студента к роли преподавателя. Но мне напомнили, как однажды я несколько недель не без успеха заменял на лекциях заболевшего профессора,— и я согласился». Так началась педагогическая деятельность Е. О. Патона.

В это же время проектное бюро по строительству нового Дрезденского вокзала пригласило Е. О. Патона на должность конструктора. Чтобы не ограничивать себя преподавательской работой, а закрепить полученные в институте теоретические знания на практической работе, Патон принял это предложение.

«Я в ту пору,— писал он,— чувствовал в себе много сил, мне казалось, что им нет предела, что на свои крепкие, молодые плечи я могу грузить сколько угодно. Я начал работать на кафедре и довольно быстро освоился со своим новым положением в институте. Участие в проектировании большого вокзала открывало неоценимую возможность с первых же самостоятельных шагов практикой, жизнью проверить, закрепить знания, полученные на студенческой скамье»⁷.

При строительстве Дрезденского вокзала Е. О. Патон было спроектировано 62 500 пудов металлических конструкций⁸.

После смерти профессора Френкеля, в январе 1895 г., Патона пригласили работать на крупнейшем в Германии мостостроительном заводе Гутехофнунгсхютте в Обергаулене на Рейне, где ему было поручено проектирование шоссейного моста и другие конструкторские работы по мостам⁹; там же Е. О. Патон имел возможность ознакомиться со сборкой огромного моста через Рейн в Бонне.

Свой первый проект молодой Патон создавал с большим увлечением. Много учился у опытных конструкторов, старых заводских мастеров. Эта черта осталась у него на всю жизнь.

⁶ ЦГИАЛ, ф. 25, оп. 1, д. 3441, л. 12, 1905—1914.

⁷ Е. О. Патон. Воспоминания, стр. 16.

⁸ ЦГИАЛ, ф. 25, оп. 1, д. 3441, л. 13, 1905—1915.

⁹ ЦГИАЛ, ф. 240, 1893—1914, оп. 2, д. 5, л. 62 и 62 об.

Однако, несмотря на захватившую его работу, Евгений Оскарович не переставал думать о России. Об этом периоде он писал: «Я внимательно присматривался ко всему, всюду искал то полезное, что можно почерпнуть из практики, и упорно думал все о том же — о переезде в Петербург, о русском дипломе... Мечтал горячо и видел в своем воображении далекие беспредельные просторы России, нескончаемые, уходящие к горизонту стальные нити рельсов и ажурные красавцы-мосты, соединяющие берега могучих и полноводных русских рек. Тяжело, очень тяжело было ощущать свою оторванность от родины. Должна же была так неудачно сложиться моя жизнь с самого ее начала!»¹⁰

Но чтобы успешно работать в России, Патону нужен был диплом русского инженера.

Сразу же после окончания Дрезденского политехнического института он обратился в русское Министерство путей сообщения с настойчивой просьбой, в виде исключения, допустить его к защите диплома в Петербургском институте путей сообщения. Правила приема в этот институт были весьма жесткими.

Долгое время эти просьбы оставались не удовлетворенными. Пришлось обратиться с ходатайством «на высочайшее имя»¹¹.

В прошении о допущении к поверочному испытанию в Петербургском институте путей сообщения Евгений Патон просил удостоить его прав, «необходимых для поступления на службу отечеству», которые не были предоставлены ему законом по причине полученного им образования за границей; он объяснял это тем, что воспитывался за границей «в силу необходимости, а именно по случаю 28-летней там службы отца».

Далее в прошении Патон писал: «По уставу института мне было бы возможно поступить на третий его курс и подвергнуться выпускному экзамену лишь через три года; но, не имея материальных средств, кроме дэбываемых службою, не могу воспользоваться той возможностью». Поэтому он просил разрешить ему «подвергнуться лишь поверочному испытанию по специальным инженер-

¹⁰ Е. О. Патон. Воспоминания, стр. 17.

¹¹ ЦГИАЛ, ф. 229, оп. 3, д. 554, 1895.

ным наукам, а если потребуется, то и составление проектов, исполняемых на последнем курсе вышеозначенного института, дабы таким образом приобрести в России права на звание инженера путей сообщения и получить там службу».

Министр путей сообщения М. Хилков докладывал Николаю II о прошении Е. О. Патона 27 октября 1895 г. в Царском Селе.

Высочайшее разрешение последовало, но вместо того, чтобы допустить Патона к поверочным испытаниям, его принимали на пятый курс Института путей сообщения и обязывали сдать экзамены по всем предметам и составить пять выпускных проектов.

Несмотря на все уговоры остаться в Германии, где его будущее было обеспечено, Патон принял твердое решение даже на указанных условиях уехать в Россию, где бурно развивалось строительство железных дорог и, следовательно, были очень нужны хорошие мостовики. Е. О. Патон не захотел быть чужим родной стране, родной науке.

В августе 1895 г. он уезжает в Петербург.

Пришлось потерять еще один год. Е. О. Патон, дипломированный инженер, имевший опыт самостоятельного проектирования моста и участия в строительстве крупного вокзала, не говоря уже о проводившейся им педагогической работе, должен был стать студентом пятого курса института. Вместо живой практической деятельности на родине, о чем он так мечтал, ему пришлось составлять студенческие проекты и изучать дисциплины, которых не было в программе Дрезденского института.

Год учебы в Институте путей сообщения был для Патона особенно напряженным. За этот год он выполнил такую колоссальную работу, которая в обычных условиях потребовала бы, по его словам, двух-трех лет. С октября 1895 по май 1896 года он подготовился к сдаче экзаменов по 12 предметам и за четыре месяца выполнил пять дипломных проектов.

В самом ответственном проекте — проекте моста Е. О. Патон при расчете конструктивных элементов пошел по новому пути. Отказавшись от старого сложного аналитического метода расчета, он применил способ расчета по инфлюэнтным линиям, за что получил похвальные отзывы от известных мостостроителей профессоров института Л. Д. Проскуракова и Л. Ф. Николаи. Пожимая руку

молодому инженеру, Л. Д. Проскуряков сказал: «Ваш дипломный проект моста, г-н Патон, выделяется среди других своей новизной. Я с удовольствием присутствовал при его защите в комиссии министерства».

В мае 1896 г. Е. О. Патону в торжественной обстановке был вручен долгожданный диплом русского инженера¹².

«Диплом

Институт инженеров путей сообщения Императора Александра I сим объявляет, что Евгений Патон, православного вероисповедания, прошедший курс наук в Институте и успешно выдержавший установленные выпускные испытания, по представлению Совета Института утвержден Министром путей сообщения мая 29 дня 1896 года в звании инженера путей сообщения с правом составления проектов и производства всякого рода строительных работ и с правом на чин Коллежского секретаря при вступлении в государственную службу. В засвидетельствование чего, согласно ст. 15 высочайше утвержденного 8 мая 1890 года положения об Институте, дан сей диплом от Института инженеров путей сообщения с приложением печати Института.

С.-Петербург, мая 30 дня 1896 года.

Директор Института инженер, тайный советник

*М. Н. Герсевичев»*¹³

ПЕРВЫЕ ГОДЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Первые годы деятельности Е. О. Патона совпали с интенсивным железнодорожным строительством в России. Это был период быстрого развития капитализма в России, начавшийся после отмены крепостного права.

В. И. Ленин писал: «В развитии ж.-д. строительства России было два периода громадного подъема: конец 60-х (и начало 70-х) годов и вторая половина 90-х годов. С 1865 по 1875 г. средний годовой прирост русской жел.-

¹² Отчет о состоянии Института инженеров путей сообщения за 1895/96 учебный год. СПб., 1897, стр. 7.

¹³ ЦГИАЛО, ф. 381, д. 499, св. 1, л. 208, 1896 г.

дорожной сети составлял $1\frac{1}{2}$ тыс. километров, а с 1893 по 1897 — около $2\frac{1}{2}$ тыс. километров»¹⁴.

С 1890 г., после периода несколько замедлившегося темпа строительства (1875—1890) в России, в связи с усилением развития промышленности, вновь начался подъем в строительстве железных дорог.

В работе «Империализм, как высшая стадия капитализма» В. И. Ленин писал: «Железные дороги, это — итоги самых главных отраслей капиталистической промышленности, каменноугольной и железодобывательной, итоги — и наиболее наглядные показатели развития мировой торговли и буржуазно-демократической цивилизации»¹⁵.

К концу прошлого столетия общая длина железных дорог в России составляла более 55 тыс. верст, из них свыше 21 тыс. верст было построено с 1890 по 1900 г.

Увеличение грузооборота, обусловленное развитием экономики России, потребовало перестройки рельсовых путей и мостов. Деревянные мосты на главных магистралях с наиболее интенсивным движением были заменены металлическими пролетными строениями; после 1884 года эти мосты также должны были быть переделаны и усилены для пропуска более тяжеловесных поездов.

Интенсивное строительство железных дорог в России явилось большим стимулом к развитию русскими инженерами строительной механики и, в частности, методов расчета и конструкций. С развитием строительной механики стало практически возможным вычисление дополнительных напряжений в мостовых фермах от разных причин, в частности и от жесткости узловых соединений. Наука о строительстве мостов в нашей стране получила наиболее широкий размах во второй половине XIX в. Большая заслуга в этом принадлежит Петербургскому институту инженеров путей сообщения: его ученые и питомцы неустанно разрабатывали и совершенствовали теорию расчета мостовых конструкций. Общеизвестным главой отечественной школы мостостроения был профессор этого института Н. А. Белелюбский, который первым в России создал наиболее целесообразный тип металлических пролетных строений мостов.

¹⁴ В. И. Ленин. Сочинения, т. 3, стр. 486.

¹⁵ В. И. Ленин. Сочинения, т. 22, стр. 178.

Е. О. Патону посчастливилось с первых же дней своей инженерной деятельности в России работать под руководством наиболее квалифицированных мостостроителей. В 1896 г. он приступил к проектированию мостов и металлических перекрытий в Техническом отделе службы пути Николаевской (потом Петербурго-Московской) железной дороги¹⁶. Это был тогда центр русской научной железнодорожной технической мысли, который оказывал огромное влияние на развитие всего железнодорожного строительства в России.

Одновременно Е. О. Патон был назначен ассистентом профессора Ясинского и руководил студентами четвертого курса Института путей сообщения при проектировании ими металлических перекрытий¹⁷.

Начальником Технического отдела дороги был Феликс Станиславович Ясинский. Годы работы на Николаевской дороге были для него наиболее яркими страницами творческой деятельности. Он сочетал в себе глубокое знание теории с многолетним опытом практической работы, основательно поставил техническое дело на Николаевской дороге.

Изучая условия эксплуатации мостовых пролетных строений, Ясинский высказал много смелых и оригинальных положений о кардинальном улучшении работы этих конструкций; он, например, предложил вводить специальные связи для восприятия ими горизонтальных тормозных усилий. Им были также разрешены многие технические вопросы при разработке проектов расширения мостовых ферм в связи с увеличением междупутья на магистральных линиях, при усилении верхнего строения пути и других.

Под руководством Ф. С. Ясинского был составлен ряд проектов больших мостов, разработаны оригинальные железные стропила по уравновешенной системе над паровозными мастерскими Александровского завода (эта система стропил вскоре получила в России широкое распространение), пилообразные стропила совершенно новой системы над различными железнодорожными мастерскими и т. д.

¹⁶ ЦГИАЛО, ф. 1480, л. 1456, св. 1, л. 578 об., 1896.

¹⁷ ЦГИАЛ, ф. 240, 1893—1914, оп. 2, д. 5, л. 62 и 62 об.

Ф. С. Ясинский проводил на Петербурго-Московской железной дороге испытания мостов под нагрузкой с измерением деформаций частей пролетных строений.

В 1894 г. Ясинский блестяще защитил в Петербургском институте инженеров путей сообщения диссертацию на тему: «О сопротивлении продольному изгибу». Благодаря новизне исследований диссертация вызвала живой интерес инженерных кругов России и ряда зарубежных стран. В своих исследованиях Ясинский впервые научно обосновал практическое значение теории устойчивости сжатых стержней, которая сыграла исключительную роль в решении задачи об устойчивости сжатых раскосов многогрешчатых ферм при разработке проектов усиления мостов.

Ставшие классическими исследования Ф. С. Ясинского в области устойчивости упругих систем получили мировое признание. Его труды по расчету сжатых стержней металлических конструкций, по сопротивлению продольному изгибу леги в основу отечественной теории устойчивости.

К работе в Техническом отделе дороги Ясинский подбирал молодых талантливых инженеров.

Е. О. Патон работал совместно с Ф. С. Ясинским не только в Техническом отделе Петербурго-Московской железной дороги, но и в стенах Петербургского института инженеров путей сообщения.

После защиты диссертации Ф. С. Ясинский в 1896 г. был назначен профессором этого института, руководил кафедрой теории упругости и читал вновь введенный им курс «Теория упругости». В ученом сочетались глубокие теоретические знания и редкие дарования лектора, выражавшиеся в мастерском изложении курса¹⁸.

Необычайная популярность лекций Ф. С. Ясинского по строительной механике и созданные им научные методы расчета инженерных сооружений привлекли к проводимому им курсу проектирования металлических перекрытий множество студентов. Ясинскому нужен был помощник, так как он один уже не справлялся с занятиями со студентами. Сразу же после окончания Патон

¹⁸ А. Н. Митинский. Феликс Станиславович Ясинский. Гостехиздат, 1957, стр. 52.

Института инженеров путей сообщения Ясинский пригласил его на работу в качестве своего помощника.

Ассистентом Ф. С. Ясинского для руководства студентами четвертого курса Института путей сообщения при проектировании ими металлических перекрытий Е. О. Патон проработал с октября 1896 по 1 марта 1897 г.¹⁹ до перехода в Московское инженерное училище.

Впоследствии Е. О. Патон высоко оценил свою первую инженерную деятельность под руководством Ф. С. Ясинского: «Имя Ясинского — талантливое математика — было очень популярно в Петербурге, на его лекциях всегда было полно. Все знали, что Ясинский тяжело болен, чахотка сводила его в могилу... И этот смертельно больной человек обладал неукротимой энергией и работоспособностью. Занятия одной лишь математикой не удовлетворяли его, вторая половина души Ясинского принадлежала инженерному делу. Без живой, горячей работы он просто не смог бы жить. Свои занятия со студентами Ясинский совмещал со службой в Управлении Николаевской железной дороги... От настойчивых советов близких и друзей побережь здоровье, перестать сжигать себя на работе и ограничиться только преподаванием, Ясинский отделивался шутками или просто отмалчивался.

Мне этот человек казался красивым, благородным примером того, как надо жить на земле. И когда Ясинский предложил мне работать вместе с ним на железной дороге, я согласился, не колеблясь. У меня-то хватит сил и здоровья на двоих, а рядом с таким человеком придет и вера в себя!»²⁰.

Влияние Ф. С. Ясинского на молодого Патона было огромным. Многие черты, необходимые для исследовательской деятельности, выработались у него именно в результате этого влияния. Наиболее характерная сторона научных работ Ясинского — практическая направленность была в полной мере присуща и Евгению Оскаровичу.

Приказом по Николаевской железной дороге Е. О. Патон в марте 1897 г. был освобожден от работы в Техническом отделе дороги в связи с переходом на службу на Московско-Ярославско-Архангельскую дорогу²¹. Здесь он

¹⁹ ЦГИАЛ, ф. 240, 1893—1914, оп. 2, д. 5, л. 62.

²⁰ Е. О. П а т о н. Воспоминания, стр. 23—24.

²¹ ЦГИАЛО, ф. 1480, 1897, д. 1457, св. 1, л. 468.

проработал в должности начальника Технического отдела два года — до марта 1899 г.²²

Работу на Московско-Ярославско-Архангельской железной дороге Е. О. Патон совмещал с педагогической деятельностью в Московском инженерном училище ведомства путей сообщения, куда он был приглашен Л. Д. Проскуряковым в сентябре 1897 г. на должность преподавателя и помощника заведующего механической лабораторией.

Вскоре Патон оставил работу на железной дороге и отдался педагогической деятельности в Московском инженерном училище, сочетая ее с научной работой.

Другим ученым, оказавшим большое влияние на Е. О. Патона, был Лавр Дмитриевич Проскуряков.

Профессор Л. Д. Проскуряков был известен в техническом мире России как замечательный конструктор мостов. Для него был характерен новаторский подход к проектированию железнодорожных мостов, поиски новых, рациональных конструктивных форм. Он первым начал применять в железнодорожных мостах простые треугольные фермы — очень экономные и прочные в мостах с большими пролетами (такие мосты близки к современным). Именно так был спроектирован мост через р. Сула Кременчугской ж. д., построенный в 1887 г.

Достоинство треугольной решетки, которую применил Проскуряков, заключается в том, что она статически определена, а это обеспечивает точное распределение усилий в ней от подвижной нагрузки. Стержни треугольной решетки не пересекаются по длине с другими стержнями, что дает возможность проектировать их поперечные сечения более жесткими, чем в двухраскосных фермах.

Несмотря на то, что достоинства треугольной решетки по сравнению с двухрешетчатой были очевидны, предложение Л. Д. Проскурякова не встретило сочувствия со стороны отдельных членов Инженерного совета Министерства путей сообщения. Это объяснялось тем, что решетки этого вида не имели большого распространения в Западной Европе. Проскурякову пришлось бороться за внедрение своих проектов. Впоследствии этими, как их

²² ЦГИАЛ, ф. 25, 1905—1914, оп. 1, д. 3441, л. 13. Отдел учебный. Дело Е. О. Патона.

тогда называли, «проскуражковскими» фермами были перекрыты многочисленные пролеты на русских железных дорогах. По его проектам были построены мосты через Волхов, Оку, Нарву, Москву, Западный Буг, Амур, Енисей и др.

Л. Д. Проскуражков внес большой вклад в область совершенствования расчетов мостовых конструкций. Он первым в России должным образом оценил достоинства графоаналитических методов расчета, в частности метода расчета по инфлюэнтным линиям (линиям влияния), обработал их и начал с успехом применять в мостостроении. В дальнейшем эти методы расчета были развиты Патонам.

Л. Д. Проскуражков был большим авторитетом для Е. О. Патона. Когда в 1897 г. Проскуражков, будучи инспектором вновь открытого Московского инженерного училища ведомства путей сообщения, пригласил Патона на работу в этом училище, тот сразу дал согласие. «Проскуражков зовет меня к себе,— писал Е. О. Патон в „Воспоминаниях“,— этого достаточно».

Леопольд Федорович Николаи — один из самых известных мостостроителей того времени. С 1880 по 1908 г. он возглавлял кафедру мостов в Петербургском институте инженеров путей сообщения. Долгие годы Л. Ф. Николаи был единственным в России профессором по мостостроению и единственным автором руководств по мостовому делу. По меткому выражению автора заметки о Л. Ф. Николаи, помещенной в «Известиях Московского инженерного училища» в 1908 г., «мосты и Николаи стало звучать как синонимы».

Николаи разработал многие важные вопросы теории расчета мостов, в частности об определении опасного положения подвижных нагрузок и величины допускаемых напряжений для мостов, о расчете различных ферм, мостовых опор и т. д.

Высокая принципиальность Николаи была образцом для многих, в том числе и для Патона, который говорит об этом так: «Для меня примером высокой, неподкупной честности всегда был один из известных русских инженеров-мостовиков Леопольд Федорович Николаи... Мы, ученики Л. Ф. Николаи, к которым себя причисляли не только молодые люди вроде меня и Г. П. Передерия, но и такие авторитеты, как Проскуражков, учились у Леополь-

да Федоровича держать в чистоте и высоко ценить звание русского инженера»²³.

Общение с такими людьми, как Ф. С. Ясинский, Л. Д. Проскуряков, Л. Ф. Николаи, а также М. Н. Герсеванов, Н. А. Белелюбский, отличительной чертой которых было стремление к решению новых задач в научно-исследовательской, инженерной и педагогической деятельности, не могло, конечно, не сказаться на формировании характера молодого Патона.

Признание выдающихся заслуг своих учителей не мешало, однако, Патону несколько позднее выступить с критикой их отдельных теорий.

МОСТОСТРОЕНИЕ И ЭЛЕКТРОСВАРКА

С 1897 по 1904 г. Е. О. Патон занимался педагогической работой в только что открытом Московском инженерном училище. Здесь же он в 1901 г. защитил докторскую диссертацию, и ему была присуждена ученая степень адъюнкта.

В этот период, как, впрочем, всегда, Е. О. Патон сочетает педагогическую деятельность с напряженной научной и инженерной работой.

С лета 1904 г. начинается киевский период жизни Евгения Оскаровича. В Киевский политехнический институт (КПИ) он был приглашен на должность ординарного профессора на кафедру мостов; Евгений Оскарович руководил этой кафедрой четверть века.

Первые годы киевского периода жизни Е. О. Патона (1904—1912) были очень плодотворными. Кроме заведования кафедрой мостов, Патон с осени 1906 г. возглавлял инженерный факультет (он был назначен деканом этого факультета). Е. О. Патон, верный своим принципам, пошел по новому пути: он энергично занялся переменой в постановке занятий, организовал новые кафедры, пригласил других профессоров, создал инженерный музей, кабинет мостов.

Реформы Е. О. Патона пришлись не по душе руководству института и части профессоров, предпочитавших идти по старым протоптаным дорожкам и недоброжелательно

²³ Е. О. Патон. Воспоминания, стр. 31.

относившихся к каким бы то ни было нововведениям. Попытки Патона перестроить систему преподавания встретили упорное сопротивление. Не сумев добиться проведения в жизнь своих проектов по перестройке академических занятий, Е. О. Патон вынужден был оставить руководство инженерным факультетом.

Инженерная деятельность ученого в этот период также была чрезвычайно напряженной. Он проектирует много мостов, в том числе Мухранский мост через Куру в Тбилиси, два шоссе моста на Украине, Киевский пешеходный мост и т. д.

Как автор проектов Е. О. Патон пользовался у заказчиков заслуженной популярностью. Его мосты были красивы, стоимость их была низкой. Но и на этом поприще Евгения Оскаровича постигло разочарование. То новое, что он вносил в работу, — рациональное проектирование, направленное на экономию металла, а также удешевление проекта и строительства мостов — не всегда находило должную поддержку.

В жизни ученого наступил кризис. К середине своего жизненного пути Е. О. Патон, к тому времени уже блестяще образованный инженер, профессор, крупный ученый, автор многих проектов и нескольких теоретических курсов, добившийся официального признания и материального благополучия, почувствовал душевную пустоту, его тяготила моральная неудовлетворенность своей жизнью.

Критически оценив итоги пройденного пути, ученый неожиданно для всех принимает решение об отставке.

«В 1913 году, — объясняет случившееся Е. О. Патон, — я подал директору Киевского политехнического института прошение об отставке. Мне было тогда 43 года, но я решил отойти от активной деятельности. Это был переломный момент в моей жизни. Я осмотрелся и вдруг увидел, что я чужой в своей среде, белая ворона, что хозяевам жизни не нужны мои стремления и порывы, мой напряженный труд, мои способности и мысли, что перспектив для творческой деятельности нет никаких. И я решил отойти от жизни, поселиться в Крыму, отдаться семье, книгам, природе»²⁴.

²⁴ Е. О. Патон. Слово ученым-машиностроителям. В сб.: «Киевские машиностроители», 1948, изд. Киевск. обл. отд. ВНИТОМАШ, стр. 167.



Е. О. Патон — декан инженерного факультета Киевского политехнического института (1906 г.)

В 1913 г. Патон уехал в Крым. В том же году он перенес тяжелую болезнь и уехал лечиться во Францию. Здесь его застала первая мировая война. Только в начале 1915 г. ученому с трудом удалось вернуться на родину.

С февраля 1915 г. он снова начал вести занятия в КПИ. Ученый не считал для себя вправе в тяжелые военные годы оставаться в стороне от общественных интересов. Первым в России он начал разрабатывать проекты стальных разборных мостов, устанавливаемых вместо

взорванных. Вместе со студентами-дипломантами он в 1916—1918 гг. создает оригинальные проекты первых отечественных разборных стальных мостов.

Октябрьскую революцию Патон, по его словам, «встретил растерянно». Но он не мог оставаться бездеятельным в то время, когда в стране царил разруха. Он знал, что без восстановления железных дорог нельзя развивать народное хозяйство, и с головой ушел в работу.

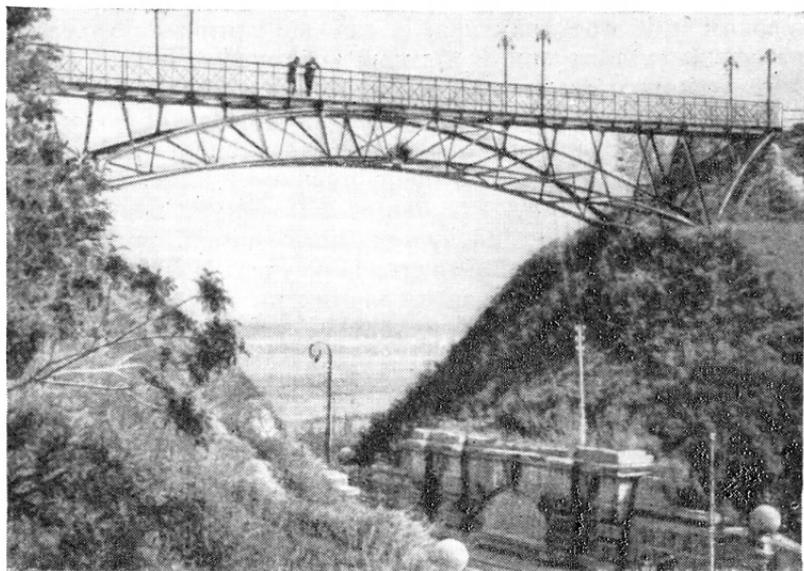
«...Революция властно вмешалась в мое решение,— писал Е. О. Патон.— После Октябрьской социалистической революции моя жажда к труду нашла свое полное удовлетворение. Я перестал быть чудачком-профессором, который, имея материальные средства, всю свою жизнь отдавал составлению учебников и проектов, разрабатывал дешевые конструкции с наименьшей затратой металла — вместо того, чтобы вести „нормальный“ образ жизни, проводить вечера в „приятном“ обществе или за карточным столом. Я стал настоящим гражданином своего Отечества, так как изменился взгляд на труд. На знаменах молодой республики было написано: „Кто не работает, тот не ест“. Моя любовь к труду навечно связала меня с советской властью.

Советский строй омолодил меня²⁵».

Было бы неправильно упростить переход Е. О. Патона от старого уклада жизни к новому. Этот переход был, разумеется, очень сложным. Жизнь ученого проходила на грани двух эпох. Под напором того нового, смелого, передового, что бурно вторгалось во все области хозяйства и техники, особенно во время пятилеток, в корне преобразивших огромную страну, постепенно менялось мировоззрение ученого. Он говорил, что революция, советская власть изменили не только судьбу народа, но и «„судьбу“ каждого из нас», особенно тех, кто, как он, половину своей жизни прожил при царизме.

В. И. Ленин в первые годы советской власти, требуя чрезвычайно осторожного подхода к старым специалистам, в большинстве случаев находившихся под буржуазным влиянием, писал, что нам все же необходимо учиться у них (потому что больше не у кого учиться) и помогать «им расширять свой кругозор, исходя из завоеваний

²⁵ Е. О. Патон. Слово ученым-машиностроителям..., стр. 167.



Пешеходный мост в Киеве, построенный в 1904 г.
по проекту Е. О. Патона

и данных соответственной науки, памятуя, что инженер придет к признанию коммунизма *не так*, как пришел подпольщик-пропагандист, литератор, *а через данные своей науки*, что *по-своему* придет к признанию коммунизма агроном, по-своему лесовод и т. д.»²⁶

Ярким подтверждением этих ленинских слов является жизнь Е. О. Патона, который в начале своей сознательной жизни твердо решил для себя, что «политика и вообще всякая общественная жизнь» его «просто не касается», а закончил свой жизненный путь активным борцом партии коммунистов.

О том, как совершался этот переход, рассказал Н. С. Хрущев на заседании Академии наук Венгерской Народной Республики в 1958 г. «Можно назвать имя академика Евгения Оскаровича Патона, которого я хорошо знал лично. Это был крупный ученый-инженер, вице-президент Академии наук Украины... Патон был че-

²⁶ В. И. Ленин. Сочинения, т. 32, изд. 4, стр. 120—121.

ловеком крутого характера. В связи с этим мне хотелось бы привести следующий пример. Однажды в отделе культуры Центрального Комитета компартии Украины проводилось совещание, на которое было приглашено много ученых. В числе приглашенных был и академик Патон. Совещание было длинное, речи, произносившиеся на нем, не имели какого-либо отношения к Патону и поэтому его не интересовали. Он послушал, послушал, а потом взял да на английский манер потихоньку удалился. Некоторые пытались потом истолковать этот его поступок как неуважение к Центральному Комитету: его, мол, вызвали в ЦК на совещание, а он демонстративно его покинул.

Зная Е. О. Патона и его характер, я сказал этим товарищам, что, по-видимому, его пригласили на совещание по такому вопросу, к которому он не имеет никакого отношения. И Патон, как деловой человек, как ученый, решил, что ему там делать нечего, его знания для такого совещания не требуются, и поэтому ушел заниматься своими делами.

Патон сделал очень многое для развития отечественной науки и техники. Созданному им к началу войны с гитлеровской Германией Институту электросварки принадлежит большая роль в разработке методов поточной сварки танковых корпусов. В декабре 1943 года я получил от Патона письмо, в то время он работал на Урале.

Письмо было очень интересным — настоящая исповедь ученого. Евгений Оскарович Патон писал:

„Когда советская власть взяла в свои руки управление нашей страной, мне было 47 лет. Проработав около 28 лет в условиях капиталистического строя, я усвоил его мировоззрение. Поэтому советская власть относилась ко мне с недоверием, не раз мне приходилось это чувствовать. Со своей стороны, я считал нежизненными начинания новой власти. Однако я продолжал честно трудиться, так как в труде я видел смысл жизни.

Когда я познакомился с планом первой пятилетки, я не верил в возможности его выполнения. Время шло. Когда развернулись работы по Днепрострою, который никак не давался прежней власти, я начал понимать, что я ошибался.

По мере того как осуществлялись новые стройки пятилеток, реконструкция Москвы и другие видные начинания партии и правительства, все больше изменялось мое

мировоззрение. Я стал понимать, что к советской власти меня приближает то обстоятельство, что труд, который является основой моей жизни, советская власть ставит выше всего. В этом я убедился на деле.

Я сознавал, что я переродился под влиянием новой жизни. Начавшаяся Отечественная война явилась блестящим подтверждением мощности и прочности советского строя. Сравнивая с тем, как проходили две последних войны — японская и империалистическая, поражаешься той выдержкой и героизмом, с какими русский народ борется на фронтах и в тылу под твердым руководством Коммунистической партии и Советского правительства.

Когда началась война, я сам нашел применение своих знаний и работал на оборонных заводах Урала вместе с коллективом моего института. Нам удалось оказать сильную помощь в деле защиты нашей Родины.

За эту работу партия и правительство очень щедро наградили меня и этим дали мне понять, что они мне доверяют. Это дает мне право подать настоящее заявление о принятии меня в партию. Прошу Вас дать мне возможность продолжать мою работу и закончить ее под знаменем партии большевиков.

Герой Социалистического Труда — академик Е. Патон“.

Так на склоне лет своей жизни Евгений Оскарович Патон из противника Советской власти превратился в коммуниста, горячего сторонника социализма. Он был принят в ряды Коммунистической партии без кандидатского стажа»²⁷.

Е. О. Патон — интеллигент, с сомнением воспринявший революцию, постепенно сближается с новой жизнью и становится активным строителем новой жизни. Ученый, отличавшийся исключительным трудолюбием, считал, что труд навеки соединил его с советской властью.

После изгнания из Киева интервентов, в начале 20-х годов, Е. О. Патон все свои силы отдает восстановлению разрушенных мостов и занятиям со студентами в КПИ. Он является главным консультантом в организациях, занимающихся строительством железнодорожных и шоссейных мостов, участвует в решении всех технических вопросов по восстановлению пролетов Дарницкого и

²⁷ Н. С. Хрущев. К победе в мирном соревновании с капитализмом. Госполитиздат. 1959, стр. 232—233.

Подольского мостов. Вместе со своими студентами Патон проектирует разборное железнодорожное пролетное строение для перекрытия длиной от 30 до 88 м.

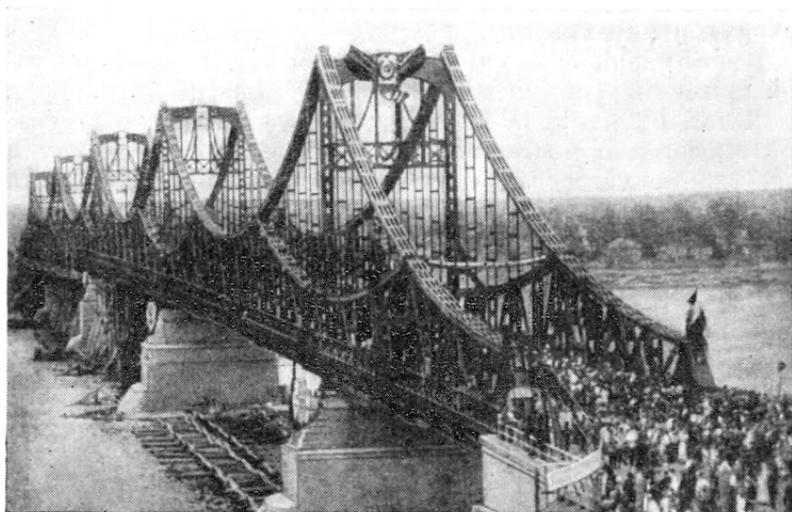
О своих мыслях и чувствах в этот период взволнованно и убедительно говорит сам ученый: «Когда-то все, что я делал, было все же моим, сугубо личным, так сказать, внутренним делом. Теперь я видел, как мои идеи, проекты, мысли незаметно для меня самого стали частью того, чем живет весь народ»²⁸.

Сама жизнь ставила перед ученым задачи, роднившие его с народом. Примеров этого в его биографии очень много. В 1920 г. белополяки, оставляя Киев, взорвали одно из красивейших сооружений города — Цепной мост им. Евгении Бош. Патон мечтал возродить этот мост. На протяжении 1922—1925 гг. он борется за претворение в жизнь своего проекта восстановления Цепного моста. Патон был не только автором проекта, но и организатором строительства красавца-моста. В этой стройке участвовали многие молодые инженеры — ученики Е. О. Патона, его студенты, коллективы трех крупнейших киевских заводов. Огромное впечатление произвело на Евгения Оскаровича открытие моста. Он писал: «По моим проектам в прошлом было построено немало мостов в России. Но их открытие всегда было частным делом нескольких человек... И вдруг я увидел нечто для меня совершенно непривычное. К мосту, увитому гирляндами зелени и красными полотнищами... стекались тысячи людей. Шли заводы, учреждения, шли строем, с развернутыми знаменами и гремящими оркестрами. Матери несли на руках детей, то тут, то там возникали песни. Наиболее почетное место у самого моста было отведено тем, кто в невиданно короткий срок создал это прекрасное сооружение — новым моим знакомым и товарищам по работе — людям с „Ленкузницы“, „Арсенала“, „Большевика“ и строителям-монтажникам... Впервые за пятьдесят лет жизни я видел подобное зрелище»²⁹.

С 1925 по 1928 г. Е. О. Патон много труда вложил в восстановление железнодорожного транспорта в нашей стране. Много энергии отдал он подготовке отечественных кадров мостостроителей, созданию новых учебников и отдельных монографий по этой отрасли техники.

²⁸ Е. О. Патон. Воспоминания, стр. 90.

²⁹ Там же, стр. 89.



Мост им. Евгения Боша через Днепр в Киеве, построенный в 1924 г. по проекту Е. О. Патона вместо разрушенного белополяками в 1920 г. (В годы Великой Отечественной войны этот мост был разрушен гитлеровскими оккупантами)

В 1929 г. он начинает заниматься вопросами электросварки, которая стала делом всей его дальнейшей жизни.

Многих интересует вопрос — почему Е. О. Патон почти в шестидесятилетнем возрасте вдруг сменил свою специальность? К тому же это произошло в тот момент, когда заслуги ученого в мостостроении получили наивысшую оценку — в 1929 г. он был избран действительным членом Академии наук Украинской ССР.

Причин было несколько. Они имели, так сказать, не только технический, но и общественный характер.

Е. О. Патон видел, как менялись, становились все более научными и в то же время более простыми и удобными для практики методы расчета мостов, создавались новые, оригинальные их конструкции, а также упрощались способы монтажа. И лишь соединение элементов мостовых конструкций оставалось неизменным. Оно выполнялось с помощью заклепок. Господствовавшая при строительстве мостов клепка отличалась малой производительностью,

чрезмерной трудоемкостью и представляла собой изнурительную ручную работу.

Все это волновало ученого. Но чем можно заменить такой примитивный способ? Он много думал об этом.

Летом 1928 г. Е. О. Патон, приехав на испытание отремонтированного моста, впервые увидел электросварку и сразу же почувствовал, что «заболел» ею всерьез. Это был знаменательный день в его жизни.

«Я видел, — писал Патон, — что будущее принадлежит электрической сварке, что эта, на первый взгляд такая узкая, область техники таит в себе большие, поистине неисчерпаемые возможности. И как только я это окончательно понял, мои колебания кончились. Я принял твердое решение посвятить сварке остаток своих лет и создать научный центр электросварки в Академии наук Украины»³⁰.

С этого времени Е. О. Патон всецело отдается работе в области сварочного дела.

Евгений Оскарович в своих «Воспоминаниях» отмечает, что окажись он перед этой дилеммой несколькими годами раньше, он, вероятно, использовал бы сварку для мостостроения и остался бы верен мостам.

Здесь нам необходимо учесть время, когда произошло первое знакомство ученого с электросваркой, и ту обстановку, которая тогда сложилась в нашей стране.

1929 год был характерен бурным строительством, ознаменовавшим начало первой пятилетки. Грандиозная программа индустриализации страны, принятая Коммунистической партией и Советским правительством, открыла почти неограниченные возможности для развития электросварки во многих отраслях народного хозяйства, в первую очередь в промышленном строительстве, а также в машиностроении, судостроении. Строительство было невозможно без самого широкого использования электросварки. На крупных стройках и заводах страны усилилась деятельность инициативных групп сварочного дела, в различных концах страны образовывались новые сварочные ячейки.

Е. О. Патон видел большие технико-экономические преимущества электросварки по сравнению с клепкой. Сварка ускоряла процесс соединения конструкций, требовала

³⁰ Е. О. Патон. Воспоминания, с. 106.

ВСУКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ НАУК

ВСУКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ НАУК
ОБРАЛА НА СВОГО ДІЙСНОГО ЧЛЕНА
ЕВГЕНА ОСКАРОВИЧА
ПАТОНА

Обрання відбулося на засіданні Ради
Академії 29 червня 1929 року, скликаному
згідно з постановою Ради Народних Комі-
сарів УСРР з 16 квітня 1929 року.



Д. Забієвський
НАРОДНИЙ СЕКРЕТАР (В.о.) *Оскарівич Патон*

у Києві, року 1929 липня 19-го.

Свидетельство об избрании Е. О. Патона
академиком Академии наук Украинской ССР

меньше металла, была проще, дешевле и отличалась меньшей трудоемкостью.

Другой основной причиной, побудившей Патона заняться разработкой вопросов электросварки, является патриотизм ученого, который видел, что огромное строительство, предусмотренное планом индустриализации страны, было невозможно без самого широкого использования электросварки. «Желание послужить делу пятилеток толкнуло меня в 59 лет, после 33 лет работы по мостам, взяться за новое тогда в нашей стране дело — электросварку»³¹.

Широкое внедрение электросварки в промышленность тормозилось из-за отсутствия разработанной технологии. Оборудование было крайне несовершенно. Прежде всего необходимо было выяснить прочность сварных конструкций. Чтобы обосновать использование сварных конструкций, требовалось провести систематические научно-исследовательские работы и усовершенствовать процесс сварки.

С присущей ему энергией Е. О. Патон взялся за дело развития электросварки. В 1929 г. он организовал в Киеве при кафедре инженерных сооружений Академии наук УССР электросварочную лабораторию, в которой работало всего шесть человек.

Лаборатория временно разместилась в небольшом помещении на заводе «Большевик»³². Сразу же приступили к испытанию сварных конструкций. Е. О. Патон сумел организовать дело так, что работы лаборатории за короткое время получили известность не только в нашей стране, но и за рубежом. Это можно объяснить только исключительным организаторским талантом Патона — руководителя лаборатории и его необычайной целеустремленностью.

Евгений Оскарович так определял задачи лаборатории в тот период: «Электросварка приобретает большое значение в металлообрабатывающей промышленности, поэтому работы лаборатории очень важны с практической точки зрения. Их цель — выяснить надежность и прочность сварных железных конструкций, на которые расходуется меньше металла и изготовление которых дешевле»³³.

³¹ Е. О. Патон. Слово ученым-машиностроителям, стр. 168.

³² Е. О. Патон. Организация электросварочной лаборатории. «Вісник ВУАН», 1930, № 6.

³³ Там же, стр. 15.

С организацией электросварочной лаборатории пачпается новая, но по-прежнему необычайно деятельная и плодотворная полоса в жизни Е. О. Патона. Дел было очень много. Нужно было прежде всего объединить работников сварочного дела, сколотить основное ядро интересующихся сваркой людей и начать научно-исследовательскую работу. Для решения этих задач силы электросварочной лаборатории оказались, конечно, недостаточными.

Сотрудники лаборатории с самого начала задались целью способствовать своими работами внедрению электросварки в народное хозяйство. Это определило характер и методы работы лаборатории. Лучше всех это понимал Патон, который говорил: «Чтобы способствовать внедрению электросварки в промышленность, нельзя проводить работу изолированно, замкнувшись в стены лаборатории; необходимо иметь тесную связь с предприятиями и общественными организациями»³⁴.

Самым актуальным делом электросварочной лаборатории Патон считал широкую пропаганду электросварки во всех областях промышленности. В 1930 г. по его инициативе при лаборатории был организован в качестве общественной организации электросварочный комитет, в который вошли инженеры — специалисты сварочного дела, представители хозяйственных и промышленных организаций, научные работники и новаторы производства. Комитет способствовал установлению самой тесной связи лаборатории с 40 заводами, предприятиями и организациями страны, для которых проводились научно-исследовательские работы, консультации, экспертизы, готовились квалифицированные кадры и т. д. Сотрудники лаборатории вели большую общественную работу, читали на предприятиях лекции и доклады. Часто они проводили на заводах показательную сварку швов.

В короткий срок комитет и лаборатория развили такую большую деятельность, а объем их работ так быстро расширился, что Патон поставил вопрос об организации на основе этих учреждений научно-исследовательского института, который явился бы базой для развития электросварки.

Несмотря на большие трудности (многие считали неужной организацию в системе Академии наук УССР

³⁴ Е. О. Патон. Институт электросварки ВУАН. «Автогенное дело», № 10, 1934.

такого института с весьма «узкой» специализацией), благодаря личной энергии Евгения Оскаровича 1 января 1934 г. был организован Научно-исследовательский институт электрической сварки Академии наук УССР — первый в мире крупный центр исследовательских работ в этой области.

Большую помощь в организации института оказал Е. О. Патону президент АН УССР А. А. Богомолец. Е. О. Патон стал бессменным руководителем этого института. При оснащении Института электросварки оборудованием Патон проявил исключительную бережливость. Вот что он писал по этому поводу: «Первоначальный проект института был составлен в предположении, что испытательные машины и другое оборудование будут приобретены за границей, на что требовалось до 250 тыс. руб. валюты. Когда выяснилось, что на такое ассигнование рассчитывать не приходится, мы в виде опыта спроектировали домкратный станок, заменяющий импортную машину для испытания на изгиб балок пролетом до 5,5 м при давлении до 100 т»³⁵. Машина собственного изготовления оказалась весьма удачной. Это показало, что можно изготовить у нас в стране необходимое испытательное оборудование, что даст большую экономию. Институт располагал нужными мощными машинами для проведения испытаний сварных конструкций как на статическую, так и на вибрационную нагрузку.

В 1930—1939 гг. Е. О. Патон возглавлял научно-исследовательские работы по комплексной механизации электрической сварки, а также работы по внедрению автоматической сварки открытой дугой во многие отрасли народного хозяйства. В это время выходят в свет работы Патона, заложившие теоретические основы электродуговой сварки.

Особенно важным событием в жизни Е. О. Патона было завершение в 1939—1940 г. и внедрение в первой половине 1941 г. нового метода скоростной автоматической сварки под флюсом, получившего широкую известность как «метод Патона». В марте 1941 г. за разработку метода и аппаратуры для автоматической сварки под флюсом Е. О. Патону была присуждена Государственная премия первой степени. Метод автоматической сварки под флюсом стал

³⁵ Е. О. Патон. Институт электросварки ВУАН. «Автогенное дело», № 10, 1934.

мощным орудием технического прогресса. Разработанные Патонем теория автоматической сварки под флюсом, флюсы и сварочная аппаратура совершили в буквальном смысле революцию в промышленности и строительстве. Но для этого ученому пришлось выдержать борьбу.

Е. О. Патон предложил применить свой метод вместо клепки при строительстве большого моста через Днепр в Киеве. Некоторые ученые к этому методу относились скептически: ведь цельносварные мосты в Германии, Бельгии и других странах рушились один за другим.

Спор ученых решался в октябре 1940 г. на заседании Центрального Комитета Коммунистической партии Украины. Здесь Е. О. Патон встретился с Н. С. Хрущевым.

Противники сварки и эксперты предъявили казалось бы убедительные документы — фотографии зарубежных сварных мостов, рухнувших в воду.

Е. О. Патон ответил им: «Строители мостов в Германии, в Бельгии и в других странах сделали попытку перейти от клепки к сварке, но оставили без каких-либо существенных изменений конструкцию мостов. Это — раз. Не задумались они и над тем, что томассовская сталь, принятая при клепке, совершенно не годится для сварки и должна быть заменена мартеповской. Это — два.

— Наконец, — и это очень важно, — сама сварка производилась вручную, примитивно. А это, как известно, не может гарантировать ни того особо высокого качества, которое необходимо при сооружении мостов, ни должной культуры производства»³⁶.

Внимательно выслушав противников и сторонников сварки, Н. С. Хрущев сказал: «Мост будем варить, дорогие товарищи! Да, варить! Неудачи других стран — нам не указ... Не выходит на капиталистическом Западе, должно выйти у нас!»³⁷.

Ознакомившись в Институте электросварки с новым методом автоматической сварки под флюсом, Н. С. Хрущев сказал, что он доложит Союзному правительству об этом важном деле, чтобы сразу придать ему государственный размах. Таким образом, ученого-новатора поддержала партия, и это окрылило его. Автоматической сварке под флюсом открывалась широкая дорога.

³⁶ Е. О. Патон. Воспоминания, стр. 168.

³⁷ Там же.

Моральной вершиной большой, глубоко содержательной жизни Патона был его вдохновенный творческий труд во время Великой Отечественной войны. Киев, где он работал, когда началась война, был временно захвачен врагом. Патону был тогда 71 год, и он, казалось бы, давно уже заслужил право на спокойную жизнь и полный отдых. Однако он знал, что нужен родине, и это определило его дальнейшее решение.

Е. О. Патон не добивается эвакуации института в большой, благоустроенный город, не ищет, где бы можно было спокойно пережить трудное военное время. Он уезжает на Урал, куда был эвакуирован крупнейший завод, обеспечивавший Советскую армию боевой техникой. Таким образом, он выбрал путь, связанный с трудностями и лишениями, но именно здесь он мог принести наибольшую пользу родине.

Институт электросварки начинает работать непосредственно на заводе. И здесь, как и до войны, Е. О. Патон постарался прежде всего узнать нужды производства. Проводя целые дни, а очень часто и ночи в цехах, он видел наиболее трудные участки работы танкостроителей. Сконструированные коллективом института автоматы были впервые применены для сварки корпусов танков и значительно облегчили и ускорили производственные процессы. К рабочим местам у новых автоматов в качестве инструкторов пришли ближайшие помощники ученого.

Уральские машиностроители, вспоминая о совместной работе с коллективом Института электросварки в годы второй мировой войны, писали о Е. О. Патоне в день его 80-летия: «Нам, работникам завода, непосредственно соприкасавшимся с Евгением Оскаровичем, казалась почти невероятной та напряженность и настойчивость, с которой этот виднейший ученый добивался все более широкой автоматизации сварочных процессов в танкостроении»³⁸.

Сварные швы на тысячах наших танков были результатом смелого технического дерзания и патриотического труда советских ученых, инженеров и рабочих.

³⁸ «Юбилей выдающегося ученого и патриота». См. «Сборник, посвященный восьмидесятилетию со дня рождения и пятидесятилетию научной деятельности Героя Социалистического Труда действительного члена АН УССР Евгения Оскаровича Патона». Киев, Изд-во АН УССР, 1951, стр. 4.

Работники оборонной промышленности высоко ценили помощь, которую оказывали сотрудники Института и лично Е. О. Патон производству. Директор одного из крупнейших заводов так охарактеризовал деятельность Е. О. Патона в день его 75-летия: «Чрезвычайную роль сыграли Институт и лично Евгений Оскарович в автоматизации процессов сварки. Здесь Институтом, при самом живом и непосредственном участии Евгения Оскаровича, проведена гигантская работа. Работа по автоматизации процессов сварки, проведенная Евгением Оскаровичем на заводе, позволила не только решить одну из труднейших проблем военного времени — проблему кадров, но буквально выручила один из важнейших отделов заводов, которому без автоматизации сварки было бы чрезвычайно трудно, если не невозможно, справиться со стоящими перед ним задачами... Если завод за годы совместной с Институтотом работы вышел по автоматизации процессов сварки на первое место в Союзе, а по объему применения автосварки за такой короткий срок опередил не один зарубежный завод, то главная заслуга в этом принадлежит Институту... Нам, работникам трижды орденосного коллектива завода... хочется сказать искреннее спасибо за ту чрезвычайно важную и неоценимую помощь, которую в тяжелую годину Отечественной войны оказал юбиляр...»³⁹.

«Тесное содружество с заводами, — отмечал впоследствии Е. О. Патон в своих „Воспоминаниях“, — заставило нас действовать быстрее, энергичнее и гораздо инициативнее. За три года войны Институт выполнил работу, на которую в мирных условиях ушло бы 8—10 лет».

Работа Патона в деле повышения обороноспособности нашей страны была высоко оценена партией и правительством. В 1943 г. за заслуги в деле разгрома гитлеровских захватчиков ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда и вручен орден Ленина и Золотая медаль «Серп и молот».

Работы, проведенные под руководством Е. О. Патона в годы войны, дали возможность в дальнейшем развить и

³⁹ Ю. Е. Максарев. Неоценимая помощь. См. «Сборник, посвященный семидесятипятилетию со дня рождения и пятидесятилетию научной деятельности Героя Социалистического Труда действительного члена АН УССР Евгения Оскаровича Патона». Киев, Изд-во АН УССР, 1946, стр. 37—38.

усовершенствовать способы автоматической сварки под флюсом.

Под руководством Е. О. Патона велась усиленная теоретическая и конструкторская работа по автоматической сварке, и впоследствии, как писал ученый, «выяснилось, что, идя своими самостоятельными путями, мы не только не отстали от заграничной автосварочной техники, но во многих вопросах превзошли ее и можем многому поучить»⁴⁰.

Вместе с тем Патон писал: «Мы не должны замыкаться в себе, мы обязаны внимательно следить за движением мировой науки и техники, но не преклоняться перед иностранным, не слепо копировать, а брать здравые идеи и критически их осваивать, перерабатывать, обогащать»⁴¹.

В 1944 г., после освобождения столицы Украины от гитлеровских захватчиков, Патон вместе с Институтом возвратился в Киев и возглавил там работы по выполнению решений Государственного Комитета Обороны о широком внедрении автоматической сварки на восстанавливаемых заводах в освобожденных районах страны.

В феврале 1945 г. Патон был избран вице-президентом Академии наук УССР. В марте этого же года было широко отмечено 75-летие со дня рождения и 50-летие его научной, инженерной, педагогической и общественной деятельности. В ознаменование этой даты Институту электросварки было присвоено имя Е. О. Патона; были также учреждены студенческие стипендии его имени в Киевском инженерно-строительном институте и аспирантские стипендии в Академии наук УССР.

От правительственных и общественных организаций и научных учреждений страны в адрес юбиляра поступило огромное количество приветствий, в которых отмечались выдающиеся заслуги Е. О. Патона в развитии советской науки и техники.

На юбилейном заседании коллектива сотрудников Академии наук УССР совместно с партийными, советскими и общественными организациями президент Академии наук Украины академик А. А. Богомолец, обращаясь к Е. О. Патону, сказал: «Представители науки и техники,

⁴⁰ Е. О. Патон. Слово ученым-машиностроителям, стр. 169.

⁴¹ Там же, стр. 170.

весь советский народ в славный день Вашего юбилея с глубоким уважением называют Ваше имя выдающегося ученого и великого патриота нашей страны. На протяжении всей Вашей долгой научно-технической деятельности Вы были неразрывно связаны с производством и широкими кругами технических работников. Вы создали прекрасные школы специалистов-мостовиков и электросварщиков, представители которых завоевали высокий авторитет в промышленности Советского Союза. Тысячи Ваших учеников, разбросанных по всему необъятному Советскому Союзу, с любовью вспоминают сегодня Ваше имя — имя своего учителя. В Вашей научно-исследовательской деятельности Вы талантливо соединяете глубокую теорию с требованиями практики... Работа Ваша существенно повлияла на производство военной техники в годы Великой Отечественной войны. Героическая Красная Армия, великая страна Советов знает Ваше имя...»

Для развития и широкого применения в промышленности автоматической сварки под флюсом в послевоенный период огромное значение имело постановление Совета Министров СССР от 9 июня 1947 г. (№ 1961) «О расширении применения в промышленности автоматической электросварки под слоем флюса». Это постановление, в котором внедрение автоматической сварки признавалось делом государственной важности, ознаменовало собой коренной перелом в истории развития сварочного дела в нашей стране.

Это было третье постановление правительства по вопросу о развитии сварки в СССР.

Первым было постановление ЦК ВКП(б) и Совнаркома Союза ССР о мероприятиях по внедрению в промышленность автоматической сварки под флюсом (от 20 декабря 1940 г.), вторым — постановление Совета Министров СССР о применении автоматической сварки в строительстве железнодорожных и шоссеиных мостов с металлическими фермами (от 31 июля 1946 г.).

Необходимость принятия постановления от 9 июня 1947 г. была вызвана следующими соображениями. После окончания Великой Отечественной войны, в связи с перестройкой промышленности, темпы развития автоматической сварки значительно снизились. Но к концу 1946 г. промышленность стала интенсивно развиваться, и тогда сразу обнаружили серьезные организационно-техниче-

ские, главным образом, пожалуй, организационные, недостатки на пути развития автоматической сварки под флюсом.

К ним, по мнению Патона, относилось то, что внедрение автоматической сварки носило сугубо кустарный характер и не было организовано в государственном масштабе, так как для этого не имелось необходимой материально-технической базы и кадров. В самом деле, сварочную аппаратуру изготовляли только Институт электросварки им. Е. О. Патона, ЦНИИТМАШ и некоторые другие организации. Они не могли, конечно, удовлетворить возросшие потребности промышленности и строительства. Не было организовано в крупном масштабе изготовление аппаратуры для автоматической сварки. Электропромышленность не выпускала мощных сварочных трансформаторов, необходимых для автоматической сварки под флюсом; не изготовлялся также и флюс. Кадры для автоматической сварки также, по существу, не готовились.

«Если к этому прибавить, — указывал Патон, — нежелание заниматься автоматической сваркой, которое проявляли некоторые недалёковидные руководители предприятий и работники министерства, иногда граничившее с прямым сопротивлением, то станет ясным, что требовалось принятие решительных мер»⁴².

Постановление от 9 июня 1947 г. обязывало 18 министерств в ближайшие полтора-два года резко увеличить объём автоматической сварки в общем объёме сварочных работ по основным видам продукции: по металлическим конструкциям вообще и по пролетным строениям мостов в частности, по паровым котлам, железнодорожным цистернам, нефтяной и химической аппаратуре, по судостроению, по шахтным вагонеткам.

Это постановление подводило прочную материально-техническую базу под внедрение автоматической сварки: организовывался серийный выпуск автосварочной аппаратуры и трансформаторов (к этому подключались заводы электропромышленности), а также массовый выпуск

⁴² Е. О. Патон. Постановление Совета Министров СССР № 1961 от 9 июня 1947 г. и работа Института электросварки Академии наук УССР в области автоматической сварки. «Труды Всесоюзной конференции по автоматической сварке под флюсом». Изд-во АН УССР, 1948, стр. 6.

флюса (на четырех стекольных заводах), увеличивался выпуск электродной проволоки для автоматов.

Постановлением правительства предусматривалось создание централизованного изготовления автосварочной аппаратуры, флюсов, электродной проволоки и сварочных трансформаторов.

Серьезное значение придавалось подготовке рабочих, инженеров и техников по автоматической сварке. Были созданы сварочные факультеты в двух ведущих высших технических школах страны — в Московском высшем техническом училище им. Баумана и в Киевском политехническом институте. В Московском сварочном техникуме была организована подготовка техников по автоматической сварке. Министерству трудовых резервов была поручена подготовка монтеров и наладчиков по автоматической сварке. Кроме того, заводы обязывались принять участие в подготовке автосварщиков и наладчиков.

Е. О. Патон знал, что принятие постановления — это только первый шаг. По инициативе Е. О. Патона через четыре месяца после выхода постановления была созвана конференция с целью обеспечить своевременное и точное выполнение решения правительства. В конференции приняли участие представители 16 министерств и 60 заводов ведущих отраслей промышленности, работники многих научно-исследовательских и учебных заведений. Е. О. Патон придавал очень большое значение такой конференции. Она наметила перспективы дальнейшего развития этого прогрессивного способа сварки, а также ознакомила участников с результатами научно-исследовательских работ и аппаратурой для автоматической сварки.

Это была этапная конференция, так как она характеризовала крутой поворот в деле развития сварки в СССР.

Реализация постановления обусловила значительные успехи в деле механизации сварочных процессов.

Е. О. Патону принадлежит выдающаяся роль в широком внедрении автоматической сварки под флюсом в различные отрасли промышленности и строительства.

Внедрение автоматической сварки проходило под личным руководством и при непосредственном участии Евгения Оскаровича. Он вникал в мельчайшие подробности всех подготовительных и наладочных работ, которые проводились инструкторами и научными работниками Института электросварки на заводах и стройках страны.



Н. С. Хрущев беседует с Е. О. Патоном (февраль 1946 г.)

Широкое применение автоматической сварки в различных отраслях промышленности и строительства во многом объясняется выдающейся ролью в этом деле Евгения Оскаровича, его исключительной энергией и трудолюбием.

В последние годы жизни (1946—1953) Е. О. Патон снова вернулся к своему любимому детищу — мостам, к начатым еще в довоенные годы работам по внедрению в мостостроение сварки, возглавив проектирование и постройку первых цельносварных мостов с широким применением автоматической сварки под флюсом. В 1946 г., по совету Н. С. Хрущева, Патон подал в Совет Министров СССР докладную записку о преимуществах сварного мостостроения. В этом же году правительство приняло решение, содержавшее широкую программу применения сварки в строительстве мостов. В результате в Советском Союзе построено более ста сварных мостов, среди них открытый 5 ноября 1953 г. крупнейший в Европе цельносварной мост через Днепр (в Киеве), в конструкции которого проявилось сочетание блестящего таланта и огромного



Депутатский билет Е. О. Патона

опыта Е. О. Патона — мостостроителя и сварщика. Этому мосту присвоено его имя.

Свою научную, инженерную и педагогическую работу Е. О. Патон сочетал с большой общественно-политической деятельностью.

На посту вице-президента Академии наук УССР, на который он был избран дважды (в 1945 и 1947 гг.), Е. О. Патон руководил послевоенным восстановлением институтов Академии и оснащением их новейшим оборудованием, а также организацией научной деятельности, направленной на решение актуальных задач производства.

В 1935 г. Е. О. Патон был избран членом президиума АН УССР, а затем председателем Бюро отделения технических наук. Много труда и сил в эти годы ученый вложил в развитие технических учреждений Академии и усиление их связи с промышленностью и строительством.

Дважды, в 1946 и 1950 гг., он избирался депутатом Верховного Совета СССР, в 1949 и 1952 гг. был делегатом XVI и XVII съездов Коммунистической партии Украины.

С 1944 г. Е. О. Патон был членом редколлегии журнала «Автогенное дело», а в 1944—1947 гг., при издании многотомного энциклопедического справочника «Машино-

строение», получившего широкое распространение не только в нашей стране, но и за рубежом, он участвовал в написании и редактировании основных разделов по автоматической сварке под флюсом.

В 1949 г. Е. О. Патонем был создан журнал «Автоматическая сварка» — орган Института электросварки. До конца своей жизни Евгений Оскарович был ответственным редактором этого журнала.

Журнал «Автоматическая сварка» сыграл очень важную роль в развитии сварочного дела. Он стал одним из ведущих научно-технических периодических изданий, пользующихся большой популярностью как в СССР, так и за рубежом.

В странах социалистического лагеря специалисты считают журнал «Автоматическая сварка» крайне необходимым руководством в своей практической и научной деятельности. Благодаря актуальности и новизне освещаемых вопросов этот журнал с 1959 г. систематически переиздается в Англии на английском языке и распространяется во всех странах мира.

Интерес к журналу объясняется той большой ролью, которая в настоящее время принадлежит сварке в промышленности и строительстве, где она стала одним из ведущих технологических процессов и превратилась в мощное средство технического прогресса.

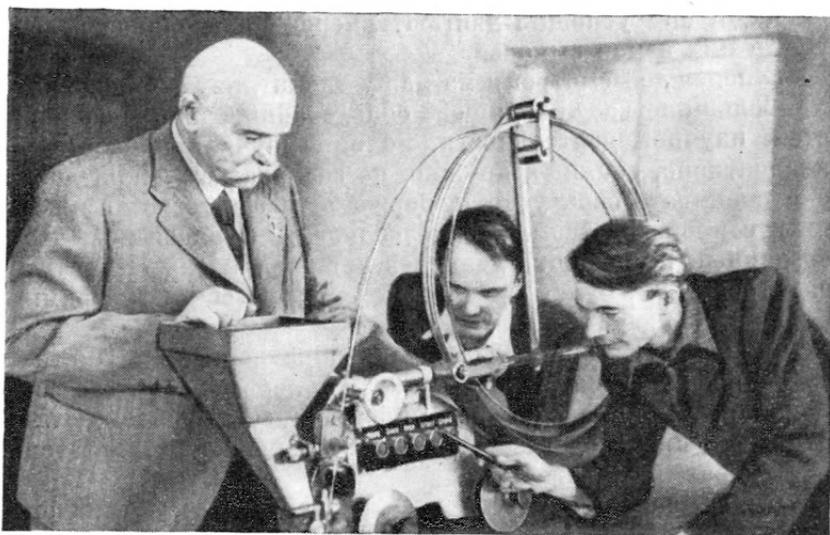
Для специалистов-практиков журнал служит трибуной обмена передовым опытом внедрения сварки на заводах и стройках, он помогает производственникам решать конкретные задачи сварочного производства.

Журнал «Автоматическая сварка» стал в настоящее время таким, каким его мыслил Е. О. Патон при основании.

Е. О. Патон вел также большую лекционно-пропагандистскую работу.

Заслуги Евгения Оскаровича Патона перед родиной были высоко оценены Советским правительством. Ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда, он был награжден шестью орденами — двумя орденами Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом Отечественной войны I степени и орденом Красной Звезды.

В 1940 г. ему было присвоено звание заслуженного деятеля науки и техники.



Е. О. Патон с сыновьями Б. Е. Патоном (слева) и В. Е. Патоном (справа) обсуждает новую модель сварочного трактора, сконструированного В. Е. Патоном

Е. О. Патон оставил большое научное наследие. Перечень его научных трудов содержит более 350 названий. Его труды по вопросам мостостроения и электросварки — ценнейший вклад в науку и технику.

12 августа 1953 г., на 84-м году жизни, академик Евгений Оскарович Патон скончался. Его жизнь, отличающаяся исключительной целеустремленностью и упорством в достижении поставленной цели, никогда не будет забыта, она является ярким примером того, как можно и нужно служить родине и народу.

* * *

Е. О. Патон, отдавший вторую половину своей жизни развитию электросварки, проявлял большую заботу о будущем созданного им Института электросварки. Незадолго до смерти он писал: «Я нахожу удовлетворение в том, что научил работать других, подготовил целое поколение молодых ученых-сварщиков. Это настоящая хорошая

смена, и они успешно двигают вперед наше общее дело. Среди них и мои сыновья.

С надеждой смотрю я на нашу талантливую молодежь. У большинства товарищей еще сравнительно невелик стаж научной деятельности, но они научились работать коллективно, спаянно, дружно, не зазнаваться и критически оценивать свои успехи, держать тесную связь с жизнью, с производством. Это позволяет мне надеяться, что созданный нами почти двадцать лет тому назад Институт электросварки будет и дальше справляться со своими большими задачами...»⁴³.

Надежды Евгения Оскаровича оправдались. В Институте продолжается работа, начатая с первых дней его основания, — комплексное решение научных проблем, связанных с производством, широкое внедрение результатов исследовательских работ.

Директором Института электросварки был назначен Б. Е. Патон, крупный специалист в области электросварки, ныне президент Академии наук УССР. Его имя непосредственно связано с разработкой теоретических основ, технологии и аппаратуры электрошлаковой сварки и с внедрением этого способа в промышленность⁴⁴. Под его руководством Институт разработал и широко внедряет во многих важнейших отраслях народного хозяйства новый высокопроизводительный технологический процесс — автоматическую наплавку под флюсом, которая в 8—10 раз производительнее ручной наплавки. В Институте развиваются также работы по контактной сварке, по электрошлаковой отливке, по созданию способов сварки, базирующихся на новых физических основах, по сварке редких и тугоплавких металлов и сплавов на их основе (титан, молибден, тантал, цирконий, ниобий, вольфрам и др.),

⁴³ Е. О. Патон. Воспоминания, стр. 320.

⁴⁴ В настоящее время этот способ сварки продолжают совершенствовать. В 1963 г. заведующему лабораторией Института электросварки им. Е. О. Патона доктору технических наук Б. И. Медовару, научным сотрудникам Института Ю. В. Латашу и Б. И. Максимовичу, а также группе работников металлургических заводов, за разработку и внедрение в промышленность высокоэффективного способа повышения качества специальных сталей и сплавов — электрошлакового переплава расходующих электродов в металлургической водоохлаждаемой изложнице (кристаллизаторе) — была присуждена Ленинская премия.



Академик Б. Е. Патон — Президент Академии наук УССР, директор Института электросварки им. Е. О. Патона

широко применяемых в связи с бурным развитием радиоэлектроники, ракетостроения, энергетики.

Огромное внимание после решений XXI съезда КПСС уделяется в Институте комплексной механизации всего технологического процесса сварки на ряде заводов страны.

За три десятилетия Институт прошел огромный путь: из маленькой лаборатории со штатом в шесть человек он превратился в ведущий институт, в крупнейшее исследовательское учреждение с мировой известностью. В его отделах и лабораториях, оснащенных новейшим оборудованием, работает большой творческий коллектив.

Институт поддерживает творческие связи с заводами, стройками и научными организациями нашей страны.

С каждым годом растут международные связи Института. В нем побывали представители Чехословакии, Бол-

гарию, ГДР, Англии, Франции, США и других стран. Члены делегации США, побывавшей весной 1962 г. в Институте электросварки, назвали Киев столицей электросварки мира.

Институт оказал огромное влияние на развитие научных исследований по электросварке в отечественных организациях — ЦНИИТМАШ, НИАТ, завод «Электрик», ВНИЭСО и др., а также за рубежом, особенно в странах социалистического лагеря. В Чехословакии широко применяют технологию и оборудование, разработанные Институтом электросварки им. Е. О. Патона. В ГДР, Болгарии, Венгрии автоматическая сварка под флюсом была освоена и внедрена в широких масштабах с помощью советских специалистов, главным образом из Института электросварки. Здесь налажено производство сварочной аппаратуры и флюсов. Во многих отраслях народного хозяйства стран социалистического лагеря широко внедрена также электрошлаковая сварка.

В области автоматической электросварки под флюсом наша страна занимает первое место и по количественным и по качественным показателям. В этом большая заслуга Е. О. Патона, его школы инженеров-ученых, созданного им Института, творческий коллектив которого успешно продолжает дело его основателя. Лучшей оценкой роли Института является постановление Пленума ЦК КПСС от 15 июля 1960 г., в котором говорится:

«В целях широкого применения сварочной техники в промышленности, строительстве и на транспорте признать целесообразным расширить права головного Института электросварки им. Е. О. Патона Академии наук Украинской ССР по координации работы предприятий, научно-исследовательских и конструкторских учреждений в области сварки, организации внедрения новых методов сварки и экономичных сварных конструкций, возложив на него контроль за проведением всех мероприятий в этой области техники»⁴⁵.

Для планомерного и быстрого внедрения в промышленность достижений науки и техники в области сварки и ускорения технического прогресса при Институте электросварки им. Е. О. Патона создан научно-координационный совет из крупнейших специалистов страны и пред-

⁴⁵ Пленум ЦК КПСС, 13—16 июля 1960 г. Стенографический отчет, стр. 321.

ставителей совнархозов, госпланов республик, соответствующих отраслевых комитетов. Это дает Институту возможность рассматривать новейшее сварочное оборудование, аппаратуру, материалы, а также разрабатывать наиболее рациональные рекомендации к быстрейшему изготовлению и внедрению в производство современного комплекса сварочных материалов, оборудования и аппаратуры.

С исключительной теплотой говорил Н. С. Хрущев на июньском Пленуме ЦК КПСС в 1959 г. о заслугах Е. О. Патона и его сына Б. Е. Патона в развитии сварочного дела в нашей стране. Труды ученых получили заслуженное признание всего народа. В этом достойная награда ученым за их творческий труд.

Многолетняя научная, инженерная, педагогическая и общественная деятельность Евгения Оскаровича Патона была исключительно разносторонней и плодотворной.

Вся жизнь этого большого ученого, горячего патриота нашей Родины, его огромный творческий талант и любовь к труду были отданы им беззаветному служению социалистическому отечеству. Он писал: «Мне уже много лет, я хорошо знал старую Россию, и я, может быть, больше, чем люди помоложе, в состоянии понять, какова была бы судьба нашей страны, если бы не советская власть, если бы не революция, если бы не большевики, если бы не Ленин. ...Когда я вспоминаю о незабываемых годах пятилеток, когда мы без чьей-либо помощи создали свою мегалургию, свое машиностроение, свою военную промышленность, создали колхозы и преобразили страну, — думаю: я счастлив, что принадлежу народу, который оказался способным сотворить такое чудо. Я рад и счастлив, что принадлежу народу, который сумел за эти десятилетия совершить величайшую культурную революцию, покончить с позором царизма — народной неграмотностью, дал миллионам людей среднее и высшее образование, пошел в науку и совершил там чудеса»⁴⁶.

Е. О. Патон, метко назвав выдающихся русских ученых-мостостроителей «людьми-маяками», говорил, что на них нужно равняться, по ним нужно выверять и поправлять свою жизнь. Сам Е. О. Патон был несомненно таким маяком.

⁴⁶ Е. О. Патон. Слово ученым-машиностроителям, стр. 166.

II

НАУЧНАЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ МОСТОСТРОЕНИЯ

Работа Е. О. Патона в области мостостроения была исключительно плодотворной и многогранной. С первых лет работы он проявил себя талантливым инженером, постоянно ищущим новых прогрессивных решений, глубоко вдумчивым ученым, совершенствующим отечественную науку мостостроения, педагогом, воспитавшим плеяду инженеров-мостовиков. Его обширные исследования работы пролетных строений мостов, их проектирования и расчета дали возможность лучше понять особенности эксплуатации этих конструкций. Его труды сыграли исключительно важную роль в развитии теории и практики нашего мостостроения, восполнив значительные пробелы в представлениях о работе главных частей пролетных строений мостов.

Патоном разработана оригинальная система разборных мостов, выгодно отличающаяся от ранее существовавших систем, предложенных за рубежом, а также созданы фундаментальные руководства по восстановлению мостов. Им проведены обширные исследования по испытанию мостов различных систем, позволившие сделать ценные теоретические и практические выводы.

Е. О. Патон научно обосновал целесообразность в мостостроении широкого перехода от клепаных конструкций к цельносварным и доказал это на практике строительством цельносварных железнодорожных мостов и самого крупного в мире цельносварного автодорожного моста через Днепр в Киеве протяженностью 1500 м.

Уже в первых своих проектах мостов молодой Патон проявил творческое отношение к делу. Его проекты отличались новизной и оригинальностью. В проекте путепровода для станции Москва Ярославской железной дороги Патон впервые применил промежуточные опоры в виде качающихся колонн с шаровыми шарнирами вместо применявшихся ранее громоздких опор прямоугольного сечения без шарниров.

Проект Патона был утвержден вопреки мнению старых специалистов. Предложенные им типы колонн были признаны наиболее целесообразными и нашли широкое применение. Также по-новому спроектировал он и проезжую часть. Отказавшись от обычно применявшихся поперечных и продольных балок, Патон предложил изготавливать проезжую часть из сплошного клепаного настила.

В первой своей работе о листовых шарнирах уравновешенных мостовых ферм, опубликованной в 1899 г.¹, Патон проявил себя высококвалифицированным и эрудированным специалистом, критически оценивающим конструкцию мостовых ферм.

Остановимся подробнее на этой работе.

После рассмотрения состояния вопроса во многих странах мира автор указывает, что соединения подвесных балок с консолями, уравновешенных по своей конструкции, могут быть разделены на собственно шарнирные и на упругие соединения, и затем кратко описывает, каким образом соединяют подвесные фермы с консолями в различных странах Европы. В европейских мостах подвесные фермы обычно устанавливают на концах консолей с использованием подвижных или неподвижных опорных подушек, снабжаемых в случае необходимости балансирами и катками. Горизонтальные связи при таком устройстве часто рассчитывают как уравновешенные балки, которые передают промежуточным опорам большие горизонтальные давления. В Америке шарниры в мостах, служащие для соединения подвесных частей с консолями, мало отличаются от болтовых соединений в узлах ферм.

¹ Е. О. Патон. Листовые шарниры уравновешенных мостовых ферм. «Журнал Министерства путей сообщения», кн. 5, 1899.

Описывая упругие соединения подвесных частей с консолями уравновешенных ферм, автор дает критическую оценку этим соединениям в некоторых мостах, главным образом немецких. Например, указав, как на самое простое, на упругое соединение (осуществленное по проекту Гербера) в шоссе мосте через Майн близ Гассфурта, фермам которого приданы очертания, соответствующие эпохе наибольших моментов, Патон замечает: «К сожалению, этот способ может быть применен редко, так как при значительных пролетах напряжения материала от изгиба превышают предел упругости»².

Далее разбирается мост через Дунай около Вильсгофена с фермами, имеющими параллельные пояса. Упругость соединения подвесных балок с консолями этого моста достигается при помощи соединения клепкой только нижних концов стоек, вследствие чего при деформациях фермы стойки изгибаются. Аналогично устроены шарниры сплошных балок тепловых проводов городской железной дороги в Кельне и ключевые шарниры некоторых арочных мостов Берлинской городской железной дороги.

В этом случае к концам вертикальных листов, прерванных в шарнире, приклепывают по паре уголков; между концами двух смежных частей фермы оставляют зазор в 3 мм; обращенные одна к другой полки уголков наверху соединены восемью заклепками с прокладкой двух полос. Горизонтальные листы и поясные уголки прерываются в шарнире, причем в верхнем поясе стыки этих частей перекрыты накладкой и уголками, а в нижнем поясе оставлены без перекрытия. Разобрав этот тип соединения в мостах, построенных по проектам известных инженеров, Патон делает квалифицированное и смелое заключение: «Хотя такая конструкция обеспечивает передачу всех действующих в шарнире внешних сил, ее нельзя считать удачной, так как стыковые уголки и накладка верхнего пояса подвергаются значительным напряжениям от изгиба, а заклепки работают на отрывание головок при изгибе консоли»³.

Рассчитывая листовые шарниры для балок со сплошной стенкой, автор указывает на универсальность этого

² Е. О. Патон. Листовые шарниры уравновешенных мостовых ферм. «Журнал Министерства путей сообщения», кн. 5, 1899, стр. 29.

³ Там же, стр. 30.

типа шарниров, которые с успехом могут применяться для балочных, арочных и висячих ферм. В частности, они были использованы в фермах висячего моста через Эльбу близ Дрездена.

В связи с тем, что уравновешенные балки со сплошной стеной дают возможность устраивать промежуточные опоры в виде мягких качающихся колонн, они весьма удобны при сооружении различных путепроводов. Поэтому автор, основываясь на личном опыте проектирования путепроводов для городской железной дороги в Дрездене, предлагает применять уравновешенные сплошные балки с листовыми шарнирами.

Производя расчет горизонтального листа шарнира, автор рассматривает те напряжения, которым подвергается лист вследствие изменения температуры и действия горизонтальной и вертикальной нагрузок. Горизонтальный лист шарнира изгибается при деформации уравновешенной фермы, вызванной вертикальной нагрузкой, а напряжения горизонтального листа от действия горизонтальной нагрузки (ветер и боковые удары колес подвижного состава) рассматриваются в зависимости от того, устроены ли поперечные связи для соединения колонн между собой.

При расчете вертикального листа шарнира, который вследствие деформации фермы изгибается от нагрузки поездом и испытывает наибольшее растягивающее напряжение от действия опорного давления подвесной балки, автор замечает, что если поперечное сечение вертикального листа недостаточно, оно может быть увеличено либо уширением листа, либо заменой каждого листа двумя более тонкими листами; при этом указываются явные достоинства второго способа, ибо «при разрыве одного из листов, вызванном недоброкачеством материала, не произойдет крушения, а будет работать второй лист, хотя бы с меньшим запасом прочности»⁴.

Преимуществом шарниров из горизонтального и вертикального листов, помимо простоты конструкции, являлось и то, что при применении их не требовалось трудных для изготовления точеных и литых деталей, соединяемых с помощью болтов. Таким образом, первая работа молодого инженера имела практическое значение. Она способствовала внедрению в практику русского

⁴ Там же, стр. 40.

мостостроения этого рационального способа соединений пролетных строений мостов. Работа Е. О. Патона, в которой была изложена теория расчета и конструирования листовых шарниров мостовых ферм, была первой на эту тему в отечественной технической литературе.

В конце XIX и в начале XX в. при проектировании новых мостов неоднократно обращалось внимание на влияние вертикальной нагрузки на напряжение горизонтальных связей мостов.

Точно рассчитывать напряжения в различных частях горизонтальных связей было очень сложно, так как, помимо собственного веса моста и горизонтального давления ветра, на указанные напряжения влияли многочисленные факторы: подвижная нагрузка, горизонтальные удары подвижного состава, колебательные движения паровоза около вертикальной оси, вертикальные и горизонтальные колебания моста при проходе подвижной нагрузки, торможение колес подвижного состава, постоянная нагрузка моста, неравномерное нагревание поясов главных ферм и т. д. Представлялось рациональным измерять эти напряжения непосредственным путем. Для этого Патон летом 1899 г. провел такое исследование на четырех железнодорожных мостах. Это было первое в России крупное исследование такого рода. Особую роль оно сыграло потому, что при испытании горизонтальных связей были определены напряжения не только от статического, но и от динамического действия подвижной нагрузки⁵.

Для сравнения измеренных основных напряжений диагоналей и распорок горизонтальных связей с расчетными были составлены многочисленные таблицы, имеющие важное значение для мостостроителей. Это исследование Патона заставило организовать систематическое изучение мостовых связей в эксплуатационных условиях.

Можно без преувеличения сказать, что во всех опубликованных работах Е. О. Патона проявилось его исключительное трудолюбие. Особенно отличается этой работа, посвященная расчету сквозных ферм с жесткими узлами⁶. Здесь и тщательно вычерченные автором многочис-

⁵ Е. О. Патон. Влияние вертикальной нагрузки на напряжение горизонтальных связей мостов. СПб., 1900.

⁶ Е. О. Патон. Расчет сквозных ферм с жесткими узлами. М., Типолитогр. В. Рихтера, 1901.

ленные инфлюэнтные линии, и большое количество подсчетов напряжений в различных элементах ферм (в верхнем и нижнем поясах, раскосах, стойках), и расчеты углов вращения элементов и узлов, и расчеты дополнительных моментов и напряжений. Все результаты расчетов были сведены в многочисленные таблицы, что оказывало значительную помощь конструкторам и проектантам при сооружении новых мостов.

При расчете усилий в элементах сквозных ферм обычно предполагали, что элементы в узлах соединены между собой при помощи идеальных шарниров, совершенно свободных от трения, и поэтому продольные усилия точно совпадают с осями элементов и вызывают в них только равномерные напряжения. Но на практике было иначе. В эксплуатируемых конструкциях ферм узлы устраивали либо жесткими с использованием заклепочных соединений, либо шарнирными, которые оказывали вращению более или менее значительные сопротивления. Поэтому элементы фермы находились, как указывал Патон, в условиях брусьев с заделанными концами и подвергались изгибу, испытывая при этом не только равномерные основные, но и дополнительные напряжения. Исследованию последних и была посвящена работа Патона.

На необходимость определения и расчета дополнительных напряжений элементов ферм, вызванных жестким соединением узлов, было обращено внимание в конце XIX в. во многих странах, особенно в Германии и Франции. Были разработаны различные способы расчета ферм с жесткими узлами, начиная с общего способа, который требовал решения большого числа уравнений, а потому почти не находил применения, и кончая графическим способом Риттера, способом Мюллера-Бреслау, отличавшимся простотой решения уравнений, и, наконец, весьма изящным способом Мора, которым и пользовался Патон при расчете дополнительных напряжений.

Е. О. Патон привел важные данные о влиянии заклепочных узловых соединений на фермы различных систем, наиболее часто используемых в мостостроении, причем для одной половины исследуемых ферм в основании расчета были положены определенные случаи нагрузки моста, а для другой расчет напряжений произведен с использованием инфлюэнтных линий. Патон отмечал рациональность этого способа: «Хотя расчет по инфлюэнтным

линиям много сложнее, чем при рассмотрении определенного случая нагрузки, но зато инфлюэнтные линии дают возможность найти наиболее выгодное расположение нагрузки и рассчитать как наибольшие напряжения, так и те, которые соответствуют всевозможным случаям нагрузки»⁷.

Не ограничившись разработкой теории и методов расчета сквозных ферм, Патон дал и образцы их расчетов, изложенные в пособии для проектирования железных мостов⁸. Эти образцы расчетов свидетельствуют о творческом подходе Патона к работе, о стремлении к улучшению и удешевлению мостов.

Так, при разработке под его руководством шоссежного моста пролетом в 72 м взамен обычного типа однопролетных мостов с балочно-разрезными фермами на каменных устоях с обратными стенами он рекомендует заменять каменные устои тонкими быками, выдвинутыми за пределы насыпей, и снабжать фермы небольшими консолями для перехода с быков на земляное полотно. Это снижало стоимость опор в три раза. Такое снижение стоимости объяснялось тем, что тонкие быки оказывались совершенно свободными от давления земли, требовали гораздо меньше каменной кладки; кроме того, удешевлялись работы по устройству основания опор⁹.

Применяя при строительстве этого же моста две системы горизонтальных связей, обеспечивающих устойчивость пролетного строения, можно было «обойтись без промежуточных поперечных связей, как поступлено во многих мостах, построенных в Западной Европе»¹⁰.

Для отечественного мостостроения имели большое значение конструктивные коэффициенты, показывающие отношение действительного и теоретического весов ферм. Коэффициенты были рассчитаны Е. О. Патоном для наиболее рациональных и выгодных ферм однопутных желез-

⁷ Е. О. Патон. Расчет сквозных ферм с жесткими узлами. М., Типолитограф. В. Рихтера, 1901.

⁸ Е. О. Патон. Образцы расчета железных мостов со сквозными фермами. Пособие для проектирования железных мостов. М., 1904.

⁹ Е. О. Патон. Образцы расчета железных мостов со сквозными фермами. Пособие для проектирования железных мостов. Киев, 1908.

¹⁰ Там же, стр. 4.

нодорожных мостов пролетом от 18 до 130 м, построенных на русских железных дорогах ¹¹.

Для русских проектировщиков мостов имело также большое значение насыщенное справочным материалом пособие Патона о весе железных мостов для железных, шоссежных и пешеходных дорог, изданное вторично в 1905 г. в Киеве ¹².

В 1901 г. Е. О. Патон опубликовал статью «Расчет сквозных ферм с жесткими узлами». В ней содержалась критика широко применявшихся в то время двухраскосных ферм. Эта статья вызвала в печати полемику. Инженер Зотиков выступил в журнале Министерства путей сообщения (книга 9, 1905) с защитой двухраскосных ферм. В ответ на это Патон напечатал статью, в которой отметил существенные недостатки двухраскосных ферм и убедительно, с помощью инженерных расчетов и примеров из практики мостостроения во многих странах мира (в том числе и в России), показал несостоятельность аргументов Зотикова ¹³.

В заключение статьи сообщается о полученном Патонотом отзыве известного мостостроителя профессора Мертенса из Дрездена, указывающего на то, что в Германии двух- и многораскосные фермы вполне заслуженно сданы в архив и предпочтение отдается простым системам. Этим отзывом опровергается заявление Зотикова о том, что в последнее время за границей все чаще стали применять фермы со сложной решеткой. Далее в статье следует весьма важный вывод самого Патона: «Двухраскосные и им подобные фермы, по-видимому, отжили свой век, и если лет 20 или 15 тому назад они признавались удовлетворительными, то теперь им приходится уступать место другим, более рациональным системам» ¹⁴.

К мнению Патона, тогда еще молодого инженера, прислушивались, о чем свидетельствует техническая

¹¹ Е. О. Патон. Конструктивные коэффициенты и таблицы веса железнодорожных мостов балочной системы, составленные на основании данных о мостах, построенных на русских железных дорогах за последние пять лет. М., Типолитогр. В. Рихтера, 1902.

¹² Е. О. Патон. Вес железных мостов для железной, обыкновенной и пешеходных дорог с фермами балочно-разрезной, консольной и арочной системы. Киев, 1905.

¹³ Е. О. Патон. К вопросу о двухраскосных фермах. Киев, 1906.

¹⁴ Там же, стр. 48

литература того времени. Так, анализируя решетчатые системы мостовых ферм, К. А. Оппенгейм¹⁵ ссылается на данные Е. О. Патона по двухрешетчатым системам, в которых Патон отметил два существенных недостатка. Первый заключается в том, что при неравномерном нагружении узлов обеих частных систем пояса получают волнообразный изгиб, вызывающий в них значительные дополнительные напряжения. Вторым недостатком является то, что временная нагрузка может вызвать в одних и тех же волокнах поясов как растягивающие, так и сжимающие напряжения. Ввиду того, что эти напряжения могут достигать большой величины, пояса в двухрешетчатых фермах оказываются сжато-вытянутыми. При неравномерном нагружении узлов пояса гнутся в разные стороны и поэтому вертикальные расстояния между ними то увеличиваются, то уменьшаются. Для устранения этих недостатков во всех узлах фермы устанавливают дополнительные стойки либо вводят средний пояс, соединяющий точки пересечения раскосов и обеспечивающий таким образом неизменность расстояния между этими точками¹⁶.

Об авторитете Е. О. Патона, который уже в начале XX в. был известен как крупнейший специалист и практик мостостроитель, говорит и тот факт, что он был членом Мостовой комиссии, образованной в 1893 г. при Инженерном совете Министерства путей сообщения.

Возглавлял Мостовую комиссию Н. А. Белелюбский, членами комиссии были выдающиеся отечественные ученые-мостостроители, а также крупнейшие специалисты в области строительной механики: Х. С. Головин, Л. Ф. Николаи, С. В. Кербедз, Л. Д. Проскураков, Ф. С. Ясинский, Н. М. Митинский, А. П. Домбровский, Н. Л. Щукин, Г. Н. Соловьев и др. В мае 1905 г. «изволил изъявить свое согласие на назначение» в эту Комиссию Е. О. Патон¹⁷, в 1912 г. членом Мостовой комиссии был назначен Г. П. Передерий¹⁸, а в 1914 г. — С. П. Тимошенко.

Положение о Мостовой комиссии разрабатывалось очень долго и было утверждено только 24 октября 1907 г.

¹⁵ К. А. Оппенгейм — инженер путей сообщения, преподаватель Варшавского политехнического института.

¹⁶ К. А. Оппенгейм. Мосты под обыкновенную дорогу. СПб., 1909, стр. 151—152.

¹⁷ ЦГИАЛ, ф. 240, 1893—1914, оп. 2, д. 5, л. 72.

¹⁸ Там же, л. 118.

приказом по Министерству путей сообщения¹⁹. В этом Положении задачи Комиссии были определены следующим образом: «Предмет занятий Комиссии составляет предварительное рассмотрение и научно-техническая разработка вопросов, касающихся мостов и искусственных сооружений, из числа вносимых на обсуждение Инженерного совета, а равно заключения по вопросам, возбуждаемым центральными органами Министерства путей сообщения и требующим теоретического и конструктивного обследования, хотя и не подлежащим обсуждению Инженерного совета»²⁰.

В первые же годы своей инженерной деятельности в России Е. О. Патон решительно выступает против прижизнения достижений нашей страны в области строительства железнодорожных мостов, которое замалчивалось зарубежной печатью.

В этой связи представляет большой интерес статья Патона²¹, содержащая критику работ немецкого профессора мостостроителя Мертенса и описание действительного положения мостостроения в России (эта статья была послана Е. О. Патоном в один из немецких журналов с пометкой: «для лиц, мало знакомых с положением мостового дела в России»).

Е. О. Патон писал: «Недавно вышел из печати I том сочинения о железных мостах проф. Мертенса из Дрездена. В этой книге рассматривается главным образом история мостов не только Германии, но и всех стран, между тем как русские мосты и особенно их развитие в последнее время почти совсем игнорируются... создается впечатление, что мостостроение в России заслуживало внимания только до тех пор, пока оно находилось под влиянием французских инженеров, т. е. в тот период, когда у нас строились первые железные мосты (особенноисячие), а что последующее развитие не представляет никакого интереса. В действительности дело обстоит совсем иначе, так как именно за последние 15 лет, когда русская железнодорожная сеть обогатилась столь большими железнодорожными линиями, как Сибирская, Северная, Ташкентская и др., у нас сооружен целый ряд выдающихся мостов,

¹⁹ Там же, л. 86.

²⁰ Там же, л. 87.

²¹ Е. О. Патон. Что знают о русских мостах за границей. «Инженер», 1908, № 11, стр. 350—353.

которые спроектированы русскими инженерами и построены русскими заводами (курсив мой.— А. Ч.). Несмотря на то, что многие из этих мостов отличаются своим пролетом и длиной, проф. Мертенс не считал нужным поместить их в составленные им многочисленные перечни выдающихся мостов, и в этих таблицах можно найти только от 4 до 5 старых мостов, построенных в России еще до 1888 года»²².

И далее Е. О. Патон описывает сгруппированные им по системе ферм наиболее известные русские мосты с пролетами свыше 93 м. Здесь и балочные мосты с многораскосными фермами, с параллельными поясами, с ездой по низу и частично по верху, построенные главным образом за последние 15 лет. Это железнодорожные мосты через Волгу, Енисей, Днепр, Иртыш, Тобол, Дон, Оку, Волхов, Уфу, Белую, Каму, Западную Двину и т. д., причем из 43 балочно-разрезных мостов, приведенных Патоном, 35 мостов с пролетом от 98 до 110 м, а 8 мостов — свыше 120 м. В России наибольший пролет балочно-разрезных мостов составлял 144 м, т. е. был немного меньше пролета самого большого из всех европейских мостов такой системы — моста через р. Лек в Кюйленбурге с пролетом 150 м. Здесь и консольно-балочные мосты с прямыми нижними и кривыми верхними поясами, с параллельными поясами, полупараболическими фермами и т. д., с ездой по верху и по низу. Это мосты через Обь, Волгу, Западную Двину. Шесть консольно-балочных мостов имели пролет от 93 до 128 м, а мост через Днепр в Кичкасе (2-я Екатерининская железная дорога), построенный в 1907 г., имел пролет 192 м — на 2 м больше пролета Дунайского моста в Черноводах. До постройки в 1907 г. моста через Рейн в Рурорте последний считался самым большим консольным мостом в Европе.

Из шести арочных мостов (кстати говоря, построенных в 1903—1908 гг.) с серповидными и консольно-арочными фермами, а также с возвышенными арками и подвешенной к ним проезжей частью, с ездой по низу и по верху, три моста имели пролеты от 99 до 107 м и три моста — от 134 до 135 м. Это были Николаевский и Сергеевский мосты (с серповидными фермами) через р. Москву на Московской окружной дороге, Троицкий мост

²² Е. О. Патон. Что знают о русских мостах за границей. «Инженер», 1908, № 11, стр. 1.

(с консольно-арочной фермой) через Неву в Петербурге и др.

Чтобы сопоставить развитие мостостроения в России с развитием его в других странах, Е. О. Патон проделал весьма любопытные сравнительные подсчеты. Аналогично проф. Мертенсу он подсчитал мосты с пролетом более 100 м, построенные после 1890 г. в России, и добавил строку с этими данными к таблице Мертенса.

Страны	Число мостов			
	балочных	арочных	висячих	всего
Германия с Австрией	8	15	2	25
Америка	11 (?)	7	2	20
Франция	1	3	7	11
Англия	2	1	2	5
Прочие страны	3	1	1	5
Россия без Финляндии	34	5	0	39

Таким образом, Е. О. Патон доказал, что Россия могла бы занять первое место по числу больших балочных мостов и третье место по числу арочных мостов. Однако он отмечает, что «в действительности по числу больших балочных мостов первое место принадлежит, несомненно, Америке. Число, которое проф. Мертенс указывает для балочных мостов Америки, значительно ниже действительного»²³. И далее: «Что касается общего числа мостов, то Россия без Финляндии имеет 39 мостов, т. е. на 56% больше Германии с Австрией, которые, при общем числе мостов, равном 25, поставлены проф. Мертенсом на первое место»²⁴.

Затем Патон указывает на ошибку Мертенса, считавшего самым длинным железнодорожным мостом в России мост длиной 1438 м через Волгу у Сызрани, тогда как в действительности самым большим мостом был железный мост через Аму-Дарью на Закаспийской железной дороге (длина этого моста равнялась 1680 м, он имел 25 пролетов по 66 м).

²³ Там же, стр. 6.

²⁴ Там же.

Е. О. Патон писал, что по отдельным направлениям мостостроения Россия шла даже впереди других стран.

При постройке больших мостов в России применяли оригинальные способы сборки, например, сборку пролетного строения на берегу с доставкой его на место либо по подмостям (на Енисейском мосту Сибирской железной дороги), либо при помощи плавучих опор (на Троицком мосту через Неву в Петербурге, на Волховском мосту Северной железной дороги и т. д.). Применялся в России и способ перевозки собранных пролетных строений длиной до 45 м по железной дороге (на Тифлиско-Карсской железной дороге).

Несомненно интересным примером сборки ферм являлась сборка при постройке уже упоминавшегося железного моста через Днепр в Кичкасе, когда мост возводился на весу при пролете 192 м и при высоте над водой 44 м.

Правда, в заключение статьи Е. О. Патон объясняет неосведомленность за границей о состоянии мостостроения в России тем, что зачастую строительство крупных мостов не отмечается не только в зарубежных, но даже и в отечественных технических журналах.

Непрерывно совершенствуя строительство шоссейных мостов, Патон на основании исследований показал явные преимущества железобетонной конструкции проезжей части и тротуаров по сравнению с железным настилом. В своей работе «Железные мосты с железобетонной проезжей частью» ученый доказал, что железобетонный настил дешевле железного и обеспечивает более рациональное распределение металла между фермами и проезжей частью²⁵. Это видно из приводимой ниже таблицы.

Нижний настил	Вес железа (кг) на 1 пог. м моста		
	проезжей части	ферм	всего
Железобетонный	607 *	1700	2307
Железный	1089	1360	2449

* Из них вес арматуры — 337 кг на 1 пог. м моста.

²⁵ Е. О. Патон. Железные мосты с железобетонной проезжей частью. Киев, 1914.

Из таблицы видно, что в мосте с железным настилом почти половина всего металла расходуется на проезжую часть, а другая половина — на фермы, тогда как при железобетонном настиле $\frac{3}{4}$ всего железа расходуется на фермы и лишь $\frac{1}{4}$ — на проезжую часть. Такое распределение металла имеет несомненные достоинства, поскольку железо в фермах служит больший срок, чем железо в проезжей части, которое быстрее ржавеет.

В наше время, когда железобетонные конструкции используются повсеместно, поражает дальновидность ученого, взгляды которого опередили развитие науки на полстолетия.

Почти с самого начала своей инженерной деятельности Патон составлял и издавал большое количество различных таблиц для расчета металлических сооружений и мостов²⁶. Восполняя пробел в технической литературе, эти таблицы в значительной степени помогали отечественным проектировщикам и конструкторам-мостовикам в их практической работе.

Такие таблицы Е. О. Патон постоянно дополнял и улучшал. Последующие их издания он стал называть таблицами для расчета железных конструкций и мостов. Под таким названием они вышли в свет в Киеве в 1915 г. четвертым изданием²⁷. Это были не обычные таблицы, так как автор помещал в них не только наиболее характерные примеры расчетов, но и важные сведения из последних постановлений Инженерного совета Министерства путей сообщения по всем вопросам мостостроения: по выбору типа опорных частей для балочных железнодорожных мостов, по допускаемому напряжению для подферменных камней, грунта и железа, идущего на изготовленные ферм, по допускаемому напряжению на продольный изгиб для дерева и т. д.

В 1929 г. вышли в свет шестым изданием таблицы для проектирования деревянных и стальных мостов. Таблицы были переработаны на основании последних норм НКПС и общесоюзных стандартов, а также дополнены таблицами моментов инерции и статических моментов для листов

²⁶ Е. О. Патон. Таблицы для расчета металлических сооружений и мостов. М., 1902.

²⁷ Е. О. Патон. Таблицы для расчета железных конструкций и мостов. Киев, 1915.

и уголков по последним сортаментам²⁸ и другими сведениями, необходимыми конструкторам и проектировщикам-мостовикам. Сочетание в одной книге справочных и расчетных материалов делало ее особенно полезной.

Первая мировая война, как отмечал Е. О. Патон, произвела переворот в строительстве мостов и потребовала сооружения в большом количестве и в очень короткие сроки мостов временного характера. При этих условиях нечего было и думать о бетонных и каменных мостах, а нехватка железа в стране заставляла отказываться и от строительства железных мостов. Таким образом, деревянные мосты как на обыкновенных, так и на железных дорогах вытеснили все другие типы мостов.

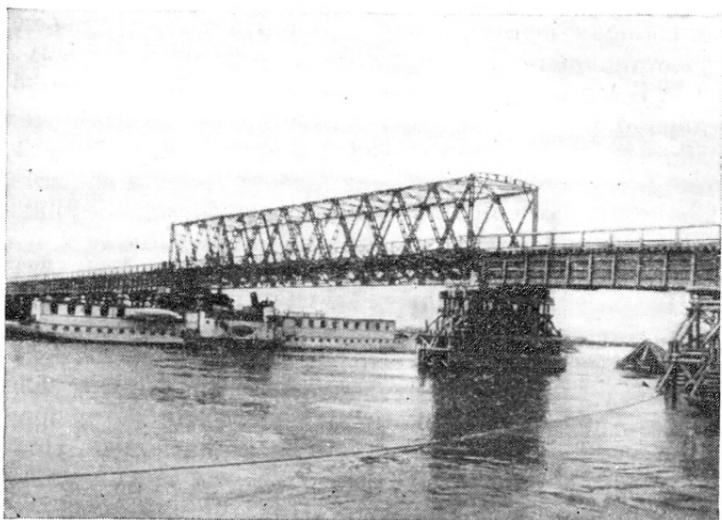
Недостаток металла приводил даже к тому, что не хватало болтов и поковок, необходимых при строительстве деревянных мостов. Поэтому необходимо было разработать такие конструкции деревянных мостов, для которых требовалось бы возможно меньшее количество металла.

Е. О. Патон, возглавлявший в то время мостовую подсекцию Киевского военно-промышленного комитета, включил в план работы подсекции разработку проектов таких мостов. За короткий срок студенты инженерного отделения Киевского политехнического института под его руководством выполнили двадцать проектов деревянных мостов, требовавших всего лишь от 1 до 7 пудов железа на погонную сажень моста²⁹. Естественно, это заставило пойти на ограничение пролетов ферм в конструкциях мостов, на рациональное использование ригельно-подкосных, особых консольных и подвесных ферм. Кроме того, при выборе системы фермы и разработке ее деталей проектировщики стремились к максимальному упрощению врубок, т. е. сопряжений. При выполнении частей из круглого леса, помимо сокращения времени, необходимого для постройки моста, и удешевления работ, на первый план выдвигалась задача упростить работы настолько, чтобы их могли выполнять даже малоквалифицированные плотники.

Во время первой мировой войны Патон впервые в России разработал проекты разборных железных мостов. Та-

²⁸ Е. О. Патон. Таблицы для проектирования деревянных и стальных мостов. Изд. 6. Киев, Изд. Кассы взаимопомощи студентов Киевского политехнич. ин-та, 1929.

²⁹ Е. О. Патон. Малые деревянные мосты упрощенного типа. Киев, 1917.



Железнодорожный разборный мост системы Е. О. Патона

кие мосты применялись не только во время войны для восстановления разрушенных мостов, но и в мирное время — при перестройке мостов на дорогах, находящихся в эксплуатации, и для временного открытия движения на строящихся дорогах до установления постоянных пролетных строений.

Е. О. Патон проектирует мосты различных типов для нужд военного ведомства и создает конструкции разборных мостов, названных «мостами Патона» и получивших широкое применение.

Изысканием способов восстановления разрушенных стальных и деревянных мостов Патон занимался целое десятилетие — с 1915 по 1925 г. Он разработал оригинальные системы разборных ферм и фермоподъемников. Фермоподъемники системы Патона для восстановления взорванных пролетных строений применяли в нашей стране при восстановлении мостов после первой и второй мировых войн.

Большое практическое значение имели составленные Патонем оригинальные пособия по восстановлению разрушенных мостов, впервые изданные в 1918 г. В последующие годы был опубликован ряд его оригинальных работ по

этому вопросу, в том числе фундаментальное «Руководство по восстановлению разрушенных железнодорожных мостов»³⁰. В этой работе был обобщен опыт, накопленный после первой мировой войны, а также систематизированы разработанные Патоном способы и приемы восстановления мостов.

Вопрос о разборных мостах во время войны приобрел особое значение.

В работе имеется раздел «Разборные мосты системы Е. О. Патона». Патон включил в план работы мостовой подсекции Киевского военно-промышленного комитета разработку различных проектов железных разборных мостов и привлек к этой работе студентов инженерного отделения Киевского политехнического института. До этого времени в институте разборными мостами не занимались. Поэтому при выполнении работы встретился ряд трудностей. Сам Е. О. Патон писал об этом так: «Приступив к проектированию во время разгара войны, мы были лишены возможности пользоваться соответственным материалом, разработанным в других странах, поэтому нам пришлось работать самостоятельно, шаг за шагом совершенствуя разрабатываемые нами конструкции»³¹.

Правда, для узкоколейных полевых железных дорог русское военное ведомство располагало небольшим количеством систем разборных мостов, например системы Кривошеина и др.³²

Е. О. Патон четко определил требования к конструкциям разборных мостов, продиктованные их целевым назначением. К таким требованиям относятся: быстрота сборки, простота конструкции и изготовления на заводе, соответствие местным условиям. Скорость сборки, по мнению Патона, зависела в первую очередь от числа составных частей конструкции, от способа их взаимного сопряжения, от их веса и размеров и, конечно, от числа болтов, необходимых для соединения этих частей во время монтажа. Ясно, что при меньшем количестве частей, из которых составляется

³⁰ Е. О. Патон. Руководство по восстановлению мостов. Способы и приемы восстановления. Киев, изд. Центр. упр. жел.-дор. транспорта НКПС, 1921—1924.

³¹ Е. О. Патон. К вопросу о разборных железных мостах. Киев, 1916.

³² Г. Г. Кривошеин. Разборчатый мост пролетом в 30 метров для полевых железных дорог с паровой тягой. «Инженерный журнал», 1900, № 5—6, стр. 753—775.

мост, требуется меньше времени на его сборку. На скорость сборки оказывают влияние и способы сопряжений, поэтому следует избегать таких способов сопряжений, при которых концы частей нужно заводить в зазоры между соединительными элементами (накладками). Необходимо стремиться к тому, чтобы части сопрягались путем наружного примыкания концов впритык друг к другу. Так как каждый лишний болт задерживал сборку, необходимо было добиваться, чтобы болтов было по возможности меньше. Поэтому Патон рекомендовал применять специальные болты, диаметр которых доходил до 70 мм. Вес отдельных частей ограничивался 150 пудами, чтобы сборку можно было производить без сложных подъемных механизмов. Габаритные размеры отдельных частей не должны были выходить за пределы железнодорожного габарита.

Необходимость упрощения конструкции диктовалась тем, что следовало облегчить и ускорить изготовление разборных мостов на заводах. Всего этого, по мнению Патона, можно было достичь сокращением количества заклепочных соединений (для чего следовало заменять составные сечения фасонными профилями), созданием возможно большего числа одинаковых частей и применением как можно меньшего ассортимента заклепок и болтов. Поэтому Патон рекомендовал широко использовать в качестве фасонного профиля швеллерное железо, которое, по его мнению, было наиболее приемлемым в конструктивном отношении. Для соединения частей разной толщины рекомендовалось заменять болты с гайками увеличенной высоты. Использование возможно большего числа одинаковых частей достигалось при проектировании мостовых ферм не с криволинейными, а с параллельными поясами. Кроме того, в фермах с параллельными поясами можно было получить большое число одинаковых частей, если каждому поясу ферм на всем его протяжении придавать одинаковое сечение. Сечение подбиралось по наибольшему усилию в средней панели. В этом случае можно было также применять раскосы и стойки одинакового сечения во всех панелях, рассчитав их по наибольшему усилию, например для раскосов по наибольшему сечению в крайней панели. В свою очередь, такое единообразие элементов позволяло составлять фермы нужной длины, не говоря уже о возможности замены их при сборке в случае потери отдельных элементов или появления дефекта в них. Естественно, что для строгого

соблюдения принципа взаимозаменяемости частей нужно было применять точную технологию разметки и изготовления отверстий, чтобы исключить их развертку в собранных частях.

Первые же проекты разборного моста с двухрешетчатыми фермами, предложенные Е. О. Патонам, показали их явные преимущества перед разборными мостами системы Эйфеля, состоящими из значительного числа частей, соединение которых требует большого количества болтов. Все это усложняло конструкции ферм Эйфеля и замедляло их сборку. В сравнении с ними конструкции мостов Патона отличались более простыми и легкими фермами.

Для того чтобы лучше выявить достоинства разборного моста системы Патона по сравнению с мостами системы Эйфеля, были сопоставлены два моста одинаковой протяженности (пролет фермы в 44,8 м, или 20 сажен). Оказалось, что на составление каждой фермы Эйфеля необходимо было 60 пролетных треугольников, 8 опорных треугольников и 34 стойки, для взаимного сопряжения которых нужно было собрать 675 отдельных накладок, прокладок, распорок, диагоналей в решетках и т. д. Двухрешетчатая же ферма Е. О. Патона состояла из 20 звеньев верхнего и нижнего поясов, 20 раскосов и 2 опорных стоек, т. е. всего лишь из 42 основных элементов, для взаимного сопряжения которых нужно было собрать 94 отдельные накладки, прокладки и т. д. На все пролетное строение системы Эйфеля требовалось 7606 болтов, а для системы Патона — 6082 болта.

Таким образом, сопоставление показало, что ферма Эйфеля имеет в 2,3 раза больше основных элементов, в 7,2 раза больше мелких соединительных частей и на 25% больше болтов, чем ферма Патона. Подсчеты выявили также, что ферма системы Эйфеля на 74% тяжелее двухрешетчатой русской фермы, а все пролетное строение тяжелее на 52%.

Однако Е. О. Патон оценил и преимущество системы Эйфеля, которое заключалось в возможности приспособить ее к разным пролетам, так как фермы допускают превращение двухъярусных ферм в одноярусные с сохранением лишь нижнего яруса треугольных звеньев. Это, по мнению Патона, выгодно в случае уменьшения пролета, когда одного комплекта 20-саженных ферм достаточно для перекрытия четырех пролетов по 10 сажен, но при условии,

что для образования верхнего пояса и проезжей части имеются запасные составляющие части.

С фермой двухрешетчатой системы по проектам Е. О. Патона было изготовлено большое количество как шоссе-ных, так и железнодорожных мостов с пролетами в 10, 20 и 25 сажен. Так, в 1916 г. Брянским заводом в Екатеринославе и Новороссийским заводом в Юзовке были изготовлены семь пролетных строений с общим весом 51 000 пудов, причем все работы по прокатке железа и предварительной сборке на заводах были выполнены в двухмесячный срок.

Разборные мосты системы Патона получили высокую оценку в технических кругах России. Инженерный совет при Министерстве путей сообщения, рассмотрев 17 марта 1916 г. проект железнодорожного моста отверстием 20 сажен с ездой по низу, одобрил этот проект, а также проект аванбека для накатки, разработанные мостовой секцией Киевского областного военно-промышленного комитета. Было также отмечено, что упомянутый проект пролетного строения, составленный в отношении высоты и ширины проезда в соответствии с требованиями габарита приближения строений, в силу принятой разработки деталей и подбора сечений, требует по сравнению с пролетным строением того же отверстия по системе Эйфеля гораздо меньше металла при больших удобствах применения его как в военное, так и в мирное время.

Совершенствуя конструкции разборных мостов, Е. О. Патон заменил статически неопределимую двухрешетчатую систему ферм статически определимой ромбической системой, которая отличается от двухрешетчатой системы устройством полураскосов в первой и последней панелях и добавлением горизонтальной стяжки в средней панели. По простоте конструкции, удобству и скорости сборки предлагаемый проект разборных ферм ромбической системы выгодно отличается от прежних ферм системы Патона, так как каждая ферма пролетом в 55 м разбирается лишь на 24 треугольных звена и один прямой элемент, для соединения которых требуется на каждую панель фермы 136 болтов, в то время как 55-метровая двухрешетчатая ферма разбиралась на 50 элементов, для сопряжения которых требовалось 168 болтов.

Треугольные звенья ромбической фермы делились всего лишь на четыре вида, причем звенья каждого сорта бы-

ли совершенно одинаковы по размеру и качеству. Пояса ферм имели на всем протяжении одно и то же сечение, подобранное по наибольшему усилию в средней панели. Это давало возможность в случае необходимости отбросить одно или несколько из них и таким образом укоротить ферму на требуемое количество панелей, длиной 5 м каждая. Склепанные на заводе треугольные звенья вписывались в железнодорожные габариты и без труда доставлялись к месту строительства мостов; вес отдельных треугольных звеньев не превышал 132 пудов, и поэтому фермы можно было бы собирать без сложных подъемных механизмов, с помощью простого крана.

В узлах ферм треугольные звенья соединяли между собой впритык с использованием диафрагм из швеллеров и стыковых накладок, которые стягивались болтами диаметром 26 мм. Сборка звеньев отличалась крайней простотой.

Казалось, что по разборным мостам сделано все, т. е. созданы конструкции с высокими техническими и экономическими показателями, не говоря уже о безусловных преимуществах по сравнению с конструкциями системы Эйфеля. Однако Патон продолжал совершенствовать эти мосты и дальше. К 1920 г. он создал улучшенную систему фермы, в которой была применена решетка треугольной системы с дополнительными треугольниками, что наиболее полно удовлетворяло основным требованиям, предъявляемым к рациональным разборным фермам³³.

Фермы новой системы состояли из двух ярусов треугольных элементов и небольшого числа прямых элементов, образующих верхний пояс. В этом заключалась их отличительная особенность. Такое устройство ферм дало возможность уменьшить их высоту вдвое путем удаления верхнего яруса треугольников и перенесения верхнего пояса на вершины треугольников нижнего яруса. Этим сокращался пролет моста и уменьшалась длина фермы без снижения ее высоты.

По количеству сокращенных составных элементов предлагаемая система превосходила даже весьма удачно спроектированную ферму ромбической системы, отличавшуюся, как было указано выше, очень небольшим числом составных частей. Так, для образования одной фермы ромби-

³³ Е. О. Патон. Еще одна система железных разборных ферм. Пг., Редакция спец. технич. и экономич. изданий НКПС, 1920.

ческой системы с расчетным пролетом 54 м требовалось 24 треугольника и один прямой элемент при 136 болтах на каждую панель фермы, тогда как новая ферма с теми же заданными параметрами состояла всего лишь из 18 треугольных и 6 прямых элементов при 110 болтах на каждую панель длиной 4,5 м.

Новая ферма была крайне проста в сборке и давала большую экономию металла, чем фермы системы Эйфеля. Кроме того, на сборку пролетного строения системы Патона требовалось гораздо меньше времени и труда.

В работах по созданию отечественных систем разборных мостов ярко выражено стремление ученого к новому, наиболее совершенному. Предложенные Е. О. Патонам двухрешетчатые ромбические системы, а также треугольная система с дополнительными треугольниками для железных разборных мостов имели большое значение для развития мостостроения в России.

В начавшийся после тяжелых лет гражданской войны и иностранной интервенции период восстановления народного хозяйства одной из важнейших задач было восстановление транспорта. В 1920 г. В. И. Ленин писал, что необходимо «...немедленное, во что бы то ни стало, с революционной энергией проводимое, с военной решительностью, сплоченностью, быстротой, беззаветностью осуществляемое *восстановление транспорта*»³⁴.

В своей речи на III Всероссийском съезде рабочих водного транспорта 15 марта 1920 г., указывая на огромные разорения железнодорожного транспорта, Владимир Ильич говорил: «...больше всего с обеих сторон разоряли мосты, а это сказалося на разрушении всего железнодорожного транспорта в отчаянных размерах. Мы его восстановим»³⁵.

Наряду с лучшей частью русской технической интеллигенции, в эту работу включился и Е. О. Патон. Он разрабатывал проекты восстановления мостов, крайне необходимых для нормальной работы транспорта.

Вышедшая в 1921 г. работа Е. О. Патона «Руководство по восстановлению разрушенных железнодорожных мостов» имела важное значение. В предисловии автор писал: «Империалистическая война 1914—1917 годов и последо-

³⁴ В. И. Ленин. Сочинения, т. 30, стр. 323.

³⁵ Там же, стр. 402.

вавшая за нею гражданская война повлекли за собою громадные разрушения, среди которых видное место занимают разрушения мостов на железных дорогах. Условия военных действий и экономическое состояние страны не давали возможности капитально восстанавливать поврежденные или разрушенные мосты, и их восстановления производились при помощи временных конструкций, состоявших главным образом из дерева. Восстановленные таким образом мосты в настоящее время требуют ремонта или переустройства. Однако капитальное восстановление этих мостов в ближайшие годы неосуществимо ввиду отсутствия в стране необходимого железа, почему ремонт и переустройство большинства мостов будет производиться опять-таки при помощи разного рода деревянных конструкций. Благодаря этому наблюдается большой спрос на книги по деревянным мостам...»³⁶.

Необходимо отметить ценную научно-исследовательскую работу ученого на мостоиспытательной станции Научно-технического комитета НКПС, которую Е. О. Патон организовал в Киеве в 1920 г. (впоследствии станция была переименована в Киевское мостоиспытательное бюро). За десять с лишним лет деятельности этого бюро под руководством Е. О. Патона и при его непосредственном участии было испытано свыше 150 мостов различных систем, находящихся в эксплуатации. Эти обширные исследования позволили выяснить очень важные вопросы прочности, устойчивости и динамики мостов.

Развитие техники железнодорожного транспорта, характеризовавшееся главным образом увеличением нагрузок и скорости движения, из года в год предъявляло все более высокие требования и к мостам. В 20-е годы не все важные вопросы в строительстве мостов (в теории их расчета и проектирования) были решены, что являлось серьезным препятствием при сооружении новых мостов. Необходимо было провести различные исследования, как теоретические, так и экспериментальные, чтобы решить задачи, имевшие принципиальное значение для дальнейшего развития мостостроения.

Эта большая и важная работа была выполнена советскими мостостроителями, в том числе Е. О. Патоном, кото-

³⁶ Е. О. П а т о н. Руководство по восстановлению разрушенных железнодорожных мостов. I часть. Деревянные мосты. Издание Технического управления НКПС, Киев, 1921.

рый совместно со своими сотрудниками и учениками с 1921 по 1931 г. провел обширные исследования работы мостов. Результаты этих исследований дали возможность решить многие практические задачи, а также наметить дальнейшие пути исследований как по статической и динамической нагрузкам мостов, так и по их проектированию.

В труде, посвященном разгрузке поясов ферм железных мостов, выполненном в 1926 г. совместно со своим учеником Б. Н. Горбуновым, Е. О. Патон осветил вопрос разгрузки поясов продольными балками с учетом разной степени жесткости прикрепления поперечных балок к поясам³⁷.

Это исследование дало возможность ввести в мостостроение точный способ расчета в продольных балках усилий, вызванных изменением длины поясов ферм под влиянием вертикальной нагрузки, причем в ряде случаев для упрощения расчетов были выведены приближенные формулы, очень удобные для проектировщиков. Правильность результатов теоретических исследований была подтверждена экспериментальными измерениями в эксплуатируемых мостах.

В 1929 г. Е. О. Патон вместе со своим сотрудником А. И. Дунаевым опубликовал работу, посвященную влиянию температуры на строительный подъем и план ферм железных мостов³⁸. Этот труд был результатом обширных теоретических и экспериментальных исследований. Ученый доказал, что неравномерный нагрев солнцем различных элементов главных ферм пролетных строений мостов существенно влияет на их работу. Если при нивелировке строительного подъема и съемках плана ферм пренебречь влиянием солнца, то это приводит к серьезным деформациям элементов пролетных конструкций. В результате многолетней службы строительный подъем ферм уменьшается или совсем исчезает, что приводит к провисанию ферм. Объясняется это неаккуратным и недоброкачественным выполнением работ, особенно заклепочных соединений.

В работе было указано на необходимость дальнейших

³⁷ Е. О. Патон, Б. Н. Горбунов. О разгрузке поясов ферм железных мостов продольными балками. В сб. «Труды Научно-технического комитета НКПС», вып. 40, 1926, стр. 93—128.

³⁸ Е. О. Патон, А. И. Дунаев. Влияние температуры на строительный подъем и план ферм железных мостов. В сб. «Труды Научно-технического комитета НКПС», вып. 81, 1929, стр. 7—93.

систематических исследований комплекса вопросов, связанных с влиянием температуры на работу мостов.

Изучению величин дополнительных напряжений, вызванных жесткостью узловых соединений мостовых ферм, уделялось большое внимание во многих странах, начиная с последней четверти XIX в. В 1917—1922 г. обширные измерения дополнительных напряжений в конструкциях были проведены Швейцарской комиссией. Исследовались фермы с простой решеткой. Измерения показали, что в таких фермах дополнительные напряжения достигают 15—20% от допускаемых.

Исследования, проводившиеся до 1922 г., обладали одним из двух существенных недостатков: они преследовали либо узко практические цели, как, например, измерения в США, проводившиеся для корректирования работ при навесной сборке мостов, либо сугубо теоретические цели, т. е. сопоставление дополнительных напряжений, полученных опытным путем, с расчетными напряжениями; в частности, это относится к исследованиям Швейцарской комиссии.

Среди работ в нашей стране необходимо назвать исследование Московского мостового испытательного бюро Научно-технического комитета НКПС, которое провело измерение на пяти мостах³⁹.

Всесторонние измерения дополнительных напряжений в элементах мостовых ферм от жесткости узлов были проведены в 1927—1928 гг. Киевским мостовым испытательным бюро под руководством Е. О. Патона⁴⁰.

В этой работе ученый с группой своих учеников дал теоретические основы определения дополнительных напряжений расчетным и опытным путем. Исследователи выяснили, что для расчета ферм необходимо использовать полные напряжения, т. е. сумму основных и дополнительных напряжений. Оказалось возможным повысить допускаемые напряжения и этим уменьшить вес тех ферм, которым свойственны более низкие дополнительные напря-

³⁹ Н. Г. Добудогло. Дополнительные напряжения в элементах мостовых ферм. Сб. 12 отдела инженерных исследований НТК НКПС. М., 1927.

⁴⁰ Е. О. Патон, М. Н. Яцина, Б. Н. Горбунов, В. И. Лабзенко, Г. С. Дубинский. Дополнительные напряжения мостовых ферм от жесткости узлов и их практическое значение. М., Транспечать НКПС, 1930.

жения. Если вспомнить, что в то время наша страна переживала тягчайший «голод» в металле, то ценность этого исследования станет еще большей.

Крупнейший советский ученый в области строительной механики член-корреспондент Академии наук СССР И. М. Рабинович писал об этой работе, что в ней найдено почти исчерпывающее решение вопроса о расчете ферм с жесткими узлами ⁴¹.

Измерения производились в необычайно трудных условиях на 20 эксплуатируемых железнодорожных мостах с решетками различных систем. Огромное количество результатов обследования мостов после детальной обработки дало возможность правильно определить величины дополнительных напряжений. Эксперименты были использованы для построения опытных линий влияния как дополнительных, так и основных напряжений.

Справедливость требует указать, что впервые опытные линии влияния дополнительных напряжений были построены Швейцарской комиссией в 1917—1922 гг. Однако это было сделано лишь для одной системы ферм с перекрестными раскосами и стойками. Как указывал Е. О. Патон, швейцарские инженеры, располагая весьма простым и удобным средством для построения опытных линий (они имели единичную подвижную ось с давлением 25 т), могли построить, как и наши исследователи, большое количество опытных линий влияния не только дополнительных, но и основных напряжений, причем для ферм различных систем. Но этого сделано не было.

В Киеве за неимением такой оси в качестве нагрузки применялись один или два паровоза без вагонов.

Крупнейшей работой Е. О. Патона в мостостроении было фундаментальное обследование опытного моста в Киеве ⁴². Проведение исследований эксплуатируемых мостов крайне затрудняется необходимостью пропуска поездов. Измерения производятся в спешном порядке и потому не обладают надлежащей точностью. Кроме того, при этом нарушается нормальное движение поездов.

⁴¹ И. М. Рабинович. Достижения строительной механики стержневых систем в СССР. Изд-во Академии архитектуры СССР, 1949.

⁴² Е. О. Патон, М. М. Бобылев. Опытный мост Киевского бюро ЦИС НКПС и результаты его исследования, 1931. В кн.: «Избр. труды Е. О. Патона», т. I. Изд-во АН УССР, 1959.

Для того чтобы экспериментальные исследования были проведены со всей тщательностью и необходимой полнотой, Е. О. Патон спроектировал опытный мост. Этот мост был построен под его руководством в Киеве. При обследовании моста нагрузка паровоза и поездов, которую трудно было учитывать, была заменена стационарной нагрузкой, получаемой при помощи мощных 100-тонных гидравлических домкратов с манометрами.

Мост был приспособлен к проведению различных опытов и всестороннего изучения его работы. Чтобы приблизить условия исследования опытного моста к условиям эксплуатации действующих мостов, при его изготовлении были использованы обычные, применяемые на практике конструкции.

Экспериментальные работы на опытном мосту были проведены в 1929—1930 гг. Е. О. Патоном совместно с его учениками и сотрудниками. Результаты исследований показали действительную картину распределения напряжений во всех элементах пролетного строения моста при различных системах решеток и связей узлов, а также позволили определить точные величины дополнительных напряжений от жесткости узлов в элементах обследованных ферм.

Данные исследований Киевского опытного моста явились огромным вкладом в теорию расчета и проектирования современных мостов.

Стремление Е. О. Патона участвовать в решении насущных задач народного хозяйства заставило его искать наиболее рациональные методы проектирования новых и восстановления старых мостов; он стремился изыскивать такие способы, которые позволили бы строить мосты быстро, дешево и с наименьшей затратой труда.

Для облегчения и удешевления сборки мостов он предложил в 1930 г. производить ее на отдельных опорах в виде стальных рам.

«Секционная сборка на рамах, — писал Е. О. Патон, — занимает промежуточное положение между навесной сборкой и сборкой на сплошных подмостях, совмещая в себе экономические выгоды первой, безопасность и удобства последней»⁴³.

⁴³ Е. О. Патон, И. П. М и х а н. Сборка мостов на отдельных опорах в виде стальных рам. Научно-исследовательская кафедра инженерно-строительных работ. Киев, 1930, стр. 3.

Предложенный Патонем метод был успешно использован при сборке одного из шпилетов моста через реку Новый Днепр у Днепростроа.

Заботясь о снижении стоимости строительства и сокращении его сроков, ученый выступает в защиту универсальных рам, которые годятся для типовых железнодорожных мостов любой ширины и высоты моста. Е. О. Патон доказал, что в этом случае не потребуется изготовлять специальные рамы для каждой сборки, а это «еще больше удешевит и ускорит сборку на рамах». Он считал сборку мостов на рамах очень перспективной. Указывая на достигнутое тогда сокращение времени на сборку мостов Турксиба и других крупных мостов, он полагает, что при применении рам эти сроки сборки сократятся почти вдвое. Ученый подчеркнул, что при сборке на рамах не требуется устраивать подмости и, кроме того, можно вести работы на отдельных стадиях параллельно, а не последовательно.

При сборке на рамах стоимость работ снижалась примерно на 25—30%. Е. О. Патон делал вывод, что «при намеченном производстве мостов в 400 тыс. тонн, в оставшиеся 3 года пятилетки эта экономия может дать значительную сумму»⁴⁴. (Имелось в виду, что стоимость тонны собранного металла снизится со 120 руб. до 80—90 руб.)

К преимуществам сборки мостов на рамах относилось и то, что отпадали сопряженные с опасностью для рабочих плотничные работы на большой высоте, а также работы по разборке подмостей, при которых отмечался наибольший процент несчастных случаев. Отсутствие деревянных конструкций обеспечивало безопасность в пожарном отношении, а упрощение сборки приводило к большому сокращению рабочей силы.

Особенно важно отметить прозорливость Е. О. Патона, который уже тогда понимал, что «сборка на рамах наиболее удовлетворяет генеральной линии, проводимой в строительстве, а именно превратить строительство в строительную индустрию с перенесением возможно большего объема работ на завод»⁴⁵.

Как мы увидим дальше, это было одним из важнейших направлений деятельности Патона и в области сварочных работ.

⁴⁴ Там же, стр. 5.

⁴⁵ Там же, стр. 7

В связи со столетием железных дорог, исполнявшимся в 1926 г., Е. О. Патон, как виднейший специалист по мостовому делу, выступил в печати со статьей⁴⁶, в которой привел интересные данные об эволюции мостового металла (начиная от чугуна и кончая специальными сталями) в наиболее развитых странах мира, а также о росте допускаемых напряжений и нагрузок для железнодорожных мостов за 100 лет. В этой статье, вернее, в историческом очерке Патон показал связь железнодорожного мостостроения с достижениями металлургии за столетний период.

Наряду с обширной научно-исследовательской работой Патон уделял много времени практической инженерной деятельности, разрабатывал проекты многочисленных сооружений мостов, участвовал в конкурсах на проектирование мостов, консультациях и экспертизах.

Е. О. Патону как консультанту пришлось решать сложные вопросы по перестройке и замене днепровских мостов у Днепропетровска и Запорожья в связи с начавшимся в 1927 г. строительством Днепрогэса.

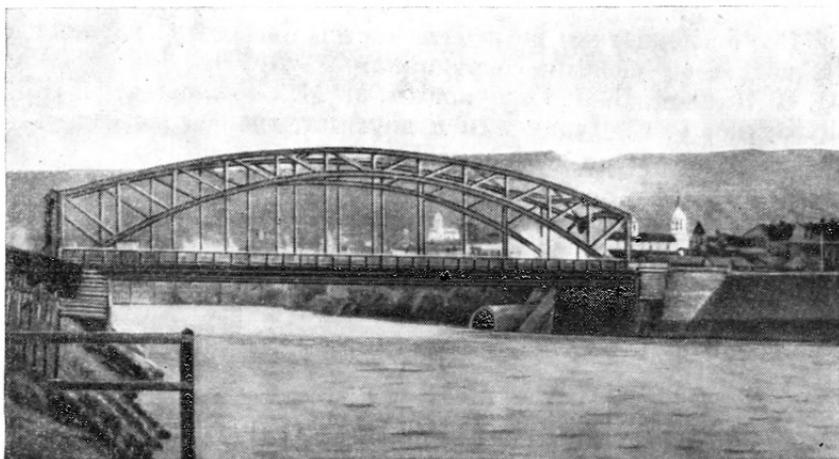
Участвуя вместе со своими сотрудниками и учениками в конкурсах на проектирование мостов, Патон много раз получал первые и вторые премии. Так, в 1926 г. он получил первую премию на Международном конкурсе, объявленном НКПС, за проект большого разборного железнодорожного моста пролетом от 30 до 88 м.

Летом 1904 г. Е. О. Патон руководил постройкой железного моста на каменных устоях (по собственному проекту) через р. Обшу в г. Белом. Пролет моста — 26 саженей.

Всего с 1896 по 1929 г. Патон создал свыше 35 проектов мостов; большая часть этих мостов была построена. Среди них надо отметить пешеходный мост в Киеве, Мухранский мост в Тбилиси через р. Кура, мост через р. Зуша в г. Новосиле, построенный в 1906 г. Этот мост имеет пролет в 72 м с консолями (для сопряжения основного пролетного строения с берегами) по краям длиной более 7 м. По этому же типу в 1915 г. был построен мост через р. Реут в Бессарабии.

В 1915 г. по проекту Патона были построены мост через р. Гнилой Тикич в Звенигородке (Киевская губ.) с

⁴⁶ Е. О. Патон. Металл и нагрузки ж.-д. мостов за 100 лет. «Строительная промышленность», 1926, № 2, стр. 106—109.



Мост в Тбилиси через р. Куру, построенный по проекту
Е. О. Патона

длиной среднего пролета 52,5 м и с консолями длиной по 16 м и мост через р. Сож у м. Ветка (Могилевская губ.) с длиной среднего пролета более 120 м и с консолями по краям длиной по 46,6 м⁴⁷.

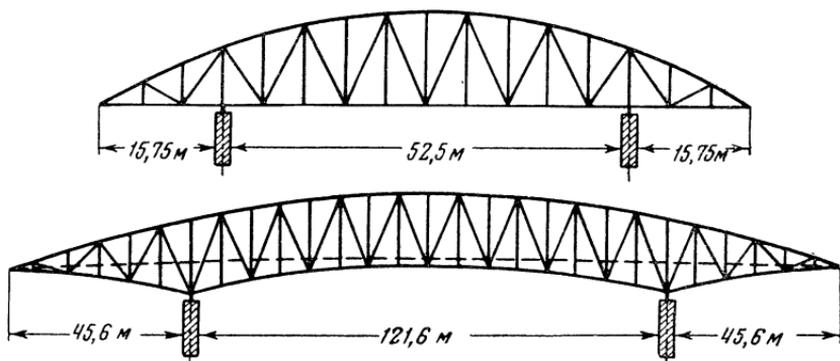
Построенные по проектам Патона шоссе и железнодорожные мосты являются гордостью отечественного мостостроения. Их характерные особенности — простота и точность в работе ферм, рациональная разбивка отверстия на пролеты, удобство монтажа и высокая надежность в эксплуатации.

Е. О. Патон, создавая прочные и надежные мосты, заботился и об их красоте. Так, проектируя в Тбилиси Мухранский мост для экипажного, двухпутного трамвайного и пешеходного движения, он применил для ферм арочную двухшарнирную систему с затяжкой, так как для городских мостов с ездой по низу она считалась «наиболее пригодной, вследствие красивого внешнего вида...»⁴⁸.

⁴⁷ К. А. Оппенгейм. Очерк развития постройки мостов. «Журнал Министерства путей сообщения», 1916, кн. I, II, III и IV, стр. 62.

⁴⁸ Е. О. Патон, А. И. Толчин, П. В. Рабцевич. Пояснительная записка и расчет пролетного строения арочного с ездой по низу Мухранского моста в г. Тифлисе. Киев, 1908.

Все исследования по работе мостов Евгений Оскарович проводил со своими сотрудниками — А. И. Дунаевым, М. Н. Яциной, Б. Н. Горбуновым, М. М. Бобылевым, В. И. Лабзенко, Г. С. Дубинским и другими, творческое сотрудничество с которыми дало замечательные результаты.



Проекты металлических мостов Е. О. Патона: наверху — через р. Гнилой Тикич; внизу — через р. Сож

* * *

Е. О. Патон внес в отечественное мостостроение большой вклад. Он явился создателем и руководителем одной из отечественных школ мостостроителей. Ученому принадлежат капитальные труды по металлическим и деревянным мостам, по их восстановлению, работы по разборным мостам, а также ряд теоретических и экспериментальных исследований мостов.

По различным вопросам мостостроения Е. О. Патон опубликовано свыше 160 работ.

III

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОСВАРКИ

С 1929 г. начинается новый необычайно плодотворный период деятельности Е. О. Патона — работа в области электросварки, которой он занимался до конца своей жизни.

НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Исследование сварных конструкций

В качестве метода соединения металлических конструкций промышленных сооружений электросварка начала применяться примерно с 1927—1929 гг. Изготовление в это время в США первых сварных каркасов зданий носило опытный характер. Они сооружались главным образом фирмами, заинтересованными в развитии сварочной техники с целью создания нового рынка сбыта сварочного оборудования и материалов, выпускаемых этими фирмами.

Так как в то время в качестве основного технологического процесса изготовления металлических конструкций применялась клепка, то в соответствии с этим были разработаны конструктивные формы элементов и профили проката. Первые опыты по использованию сварки при сооружении металлических конструкций базировались также и на методах производства клепаных конструкций.

Для установления экономической и производственной целесообразности сварки во многих странах для сравнения начали проводить многочисленные испытания клепаных и сварных соединений на растяжение, сжатие, изгиб и кручение.

Результаты, полученные при испытаниях, позволили доказать прочность и надежность сварных соединений

Несмотря на то, что конструктивные формы сварных соединений были скопированы с клепаных, сварные соединения в условиях статической нагрузки не только не уступали по прочности клепаным, но даже во многих случаях превосходили их.

Первые научно-исследовательские работы по определению прочности и долговечности сварных соединений в условиях переменной нагрузки были проведены в начале 30-х годов в Германии и СССР.

Исследования форм основных элементов металлических конструкций для промышленных сооружений показали, что сварка по сравнению с клепкой имеет гораздо большие возможности для рационального использования металла.

Говоря о многочисленных сравнительных исследованиях сплошных клепаных и сварных конструкций, Н. С. Стрелецкий указывал, что «у нас в СССР в первую очередь должны быть отмечены исследования проф. Патона...»¹.

Отличительными особенностями первых сварных двутавровых балок были многоэлементность и большая протяженность сварных швов. Однако даже такие несовершенные конструкции ввиду отсутствия отверстий под заклепки позволяли получать ощутимую экономию металла — до 15% и более. Но по трудоемкости они мало отличались от клепаных конструкций. Больше того, на тех заводах, где применялась механизированная клепка, процесс изготовления клепаных балок был даже менее трудоемким, чем процесс производства сварных конструкций. Поэтому, как показали данные американской практики, в первые годы применения сварки экономия, получаемая за счет уменьшения веса, полностью поглощалась повышением трудоемкости сварных конструкций (к тому же в США металл был сравнительно дешев).

Во многих странах начали упрощать конструктивную форму сварных металлических конструкций. В двутавровых балках в первую очередь отказались от уголков, которые соединяли пояса с вертикальными стенками, и ввели вместо уголков жесткости полосы жесткости. Это позволило экономить до 20—25% металла и, кроме того,

¹ Н. С. Стрелецкий. Курс мостов, ч. I, Изд. 2, ОГИЗ — Гострансиздат, 1931, стр. 453.

привело, благодаря сокращению протяженности швов, к резкому снижению трудоемкости сварочных работ.

Другой важной проблемой было изыскание рациональной формы сечений поясов, так как применявшиеся в клепаных балках пакеты, состоявшие из большого количества листов, значительно повышали металлоемкость сварных конструкций. Переход к поясам, состоящим из одного листа, ознаменовался применением на отдельных участках балок поясных листов разной толщины или ширины.

Эти конструктивные решения обеспечили необходимую прочность сварных соединений между отдельными элементами поясных листов и также позволили резко уменьшить трудоемкость сварки балок.

Наряду с изучением зависимости прочности сварных соединений от технологии сварки, т. е. режима сварки, типа электродов и т. д., было выявлено влияние конструктивной формы стыка поясных листов на прочность балки. Результаты этих исследований привели к весьма важным выводам, установившим полную возможность применения стыковых соединений в поясных листах сварных двутавровых балок без усилительных накладок.

При дальнейших исследованиях было выявлено еще одно важное преимущество сварки перед клепкой: сварка давала возможность изготавливать конструкции с такими сечениями элементов, которые с помощью клепки невозможно было получить, например коробчатые и трубчатые сечения разных конфигураций, успешно работающие в сложных условиях нагрузки как на продольный изгиб, так и на кручение. В соответствии с планом первой пятилетки, для строительства гигантов черной металлургии и машиностроения необходимо было изготавливать сотни тысяч тонн металлоконструкций. Но металлургия в то время была развита недостаточно и не могла удовлетворить быстро растущие потребности народного хозяйства страны. Необходимо было принимать все меры для экономии металла. Широкие возможности в этом отношении открывало применение сварных конструкций. В связи с этим новому технологическому процессу — электросварке уделялось большое внимание.

Первые отечественные сварные конструкции отличались многоэлементностью и повышенной трудоемкостью. Для обеспечения прочности и надежности сварных конструкций нужно было провести ряд исследований.

Заемствовать имеющийся зарубежный опыт не представлялось возможным по многим причинам, из которых главной было несовпадение ассортимента прокатных профилей.

Под руководством Е. О. Патона в Электросварочном комитете при Академии наук УССР в начале 30-х годов² начали заниматься изысканием оптимальных конструктивных форм элементов сварных металлических конструкций, а также проверкой прочности сварных соединений при различных нагрузках.

Выбор именно этих вопросов, над которыми начал работать Е. О. Патон в первый период, не является случайным. Для развития и внедрения электросварки в народное хозяйство эти вопросы имели наибольшее значение.

Специалистам, занимавшимся проектированием и изготовлением сварных конструкций, были неясны многие вопросы, прежде всего, какова прочность сварных соединений по сравнению с клепаными; как следует правильно производить расчеты и проектирование сварных конструкций; неясны были также причины образования и роль напряжений, возникающих при сварке; не были найдены рациональные конструктивные формы сварных изделий и т. д.

В дальнейшем при широком использовании электросварки в ответственных конструкциях вопрос о правильном выборе конструкции соединения приобрел еще более важное значение.

Следует заметить, что электросварка давала возможность осуществлять новые типы конструкций, которые нельзя было получить с помощью клепки, и в большинстве случаев сварные конструкции оказывались более рациональными по сравнению с клепаными.

Исследования по изучению прочности, определению характера и величины возникающих при сварке остаточ-

² Во то время другой большой научно-исследовательской организацией, проводившей всестороннее изучение сварных строительных металлических конструкций, был сектор металлических конструкций Центрального научно-исследовательского института промышленных сооружений. Здесь под руководством проф. Г. А. Николаева группа научных сотрудников (И. А. Моисеев, Г. Н. Кок, Г. И. Крит) изучала следующие вопросы: распределение напряжений в некоторых типах стыков сварных двутавровых балок; работа поперечных швов, приваривающих горизонтальные листы к вертикальной стенке, под действием сосредоточенных сил; устойчивость стенок балки в зависимости от способов приварки ребер.

ных напряжений и деформаций послужили как бы связующим звеном между работами Е. О. Патона в области мостостроения и его деятельностью в области электросварки.

До тех пор, пока не были изучены специфические особенности сварных конструкций, заключающиеся в монолитности сварных соединений, наличии высоких внутренних напряжений, а также в различии структур металла отдельных зон сварного соединения и прочностных характеристик, к использованию электросварки подходили весьма осторожно, а это тормозило ее внедрение. Поэтому исследования Е. О. Патона способствовали также пропаганде электросварки и преодолению недоверия к ней в условиях недостаточной разработанности сварных конструкций, вначале зачастую выполнявшихся по образцу клепаных конструкций, без учета специфики новой технологии изготовления неразъемных соединений.

Первоначальные исследования, как указывал Патон, ставили своей целью побороть недоверие к электросварке и доказать возможность рациональной замены клепаных конструкций сварными.

Работы Института электросварки дали возможность установить основные соотношения элементов сварных двутавровых балок больших размеров, которые отсутствовали в отечественном сортаменте, но нужны были в большом количестве. Установление указанных оптимальных соотношений имело большое значение для обеспечения местной и общей устойчивости элементов. Исследования Института электросварки позволили также установить оптимальные формы стыков балок и др.

Испытания сварных и клепаных конструкций и соединений в различных условиях доказали надежность электросварки и, несомненно, способствовали ее внедрению в производство.

Электросварка позволяла прикреплять продольные двутавровые балки к поперечным гораздо проще и с меньшей затратой дополнительного металла (в ряде случаев без затраты металла на уголки и другие соединительные элементы) по сравнению с клепаными соединениями.

Е. О. Патон, испытывая электросварные и клепаные соединения продольных балок с поперечными, использовал образцы больших размеров (длиной более 2 м), что приближало их к конструкциям, встречающимся в мостах.

Сравнивая электросварные и клепаные соединения продольных балок с поперечными³ в условиях статической нагрузки, Е. О. Патон совместно с Н. И. Козловским показали, что самым слабым прикреплением продольных балок к поперечным является клепаное. Клепаные соединения оказались значительно слабее сварных и по жесткости на изгиб. Преимущество сварки перед клепкой было очевидным даже при сравнительно низком уровне технологии: электросварка в начале 30-х годов выполнялась электродами, не имевшими качественных покрытий (они тогда еще не были у нас разработаны). Поэтому сварные швы имели различные дефекты (непровары, окисление металла шва и т. д.), что определяло относительно невысокое качество сварных соединений.

Сравнение клепаных и сварных сквозных ферм⁴, проведенное в 1930 г. в Киевском электросварочном комитете Патоном и Козловским, показало также несомненные преимущества сварки перед клепкой, которые заключались в том, что узловые соединения элементов указанных ферм при электросварке получились гораздо проще и дешевле, чем при клепке. Более низкая стоимость сварной конструкции по сравнению с клепаной объяснялась тем, что при электросварке требуется значительно меньше узловых фасонки и стыковых накладок, что приводит к экономии металла. Упрощается технология изготовления соединений. Становятся ненужными такие операции, как разметка, керновка, сверловка. К тому же сварка производится одним человеком, а для клепки требуется не менее трех человек.

Было также установлено, что жесткость сварных соединений с узловыми фасонками значительно больше, чем жесткость клепаных соединений, а сварные фермы без фасонки имеют такую же жесткость, как и клепаные. Прогиб сварных ферм за пределами текучести растет во много раз медленнее, чем прогиб клепаных ферм.

Сварные фермы, имея одинаковую прочность, изготавливаются гораздо легче и проще клепаных.

³ Е. О. Патон, Н. И. Козловский. Опытное сравнение электросварочных и клепаных прикреплений продольных балок к поперечным. М., Транспечать НКПС, 1930.

⁴ Е. О. Патон, Н. И. Козловский. Сравнение клепаных и сварных сквозных ферм. Изд. Киевского электросварочного комитета, 1931.

Опытное исследование было произведено Е. О. Патон и с целью определения рационального типа стыка электросварных балок, а также для сравнения клепаного стыка со сварным⁵. Так как электросварка дает возможность перекрывать стыки двутавровых балок несколькими способами, то была поставлена задача найти наиболее рациональный способ. Для испытаний на изгиб были изготовлены образцы двутавровых балок длиной 2 м.

Наиболее прочным из пяти электросварных стыков оказался стык, усиленный горизонтальными накладками. Прочность такого стыка превосходила прочность клепаного стыка на 10—15% и почти не отличалась от прочности балки без стыка, т. е. была почти равнопрочна основному металлу. Это исследование дало возможность найти наиболее рациональный тип стыка электросварных балок.

Известно, что как в промышленном, так и в гражданском строительстве широко применяются двутавровые балки. По расчетным соображениям часто бывает выгодно использовать широкополочные двутавровые балки. Изготовление их путем проката — дело очень трудоемкое и сложное даже в наши дни. Патон решил использовать электросварку для изготовления двутавровых балок и испытать их, чтобы сравнить с клепаными и прокатными балками⁶.

Эта идея была крайне заманчивой, так как в случае успеха можно было сэкономить металл и ускорить производство работ.

В результате проведенного испытания балок на изгиб статической нагрузкой было доказано, что при одинаковом моменте сопротивления прочность сварных балок больше, чем прочность клепаных, и одинакова с прочностью прокатных при равной жесткости всех трех типов сравниваемых балок.

Проводились и опытные исследования по изысканию рационального типа электросваренных сквозных ферм⁷.

⁵ Е. О. Патон, Н. И. Козловский. Стыки электросварных двутавровых балок. Опытное исследование. М., Транспечать НКПС, 1930.

⁶ Е. О. Патон, Н. И. Козловский, Б. Н. Горбунов. Электросваренные двутавровые балки из трех листов. Опытное исследование. Изд. Киевского электросварочного комитета, 1931.

⁷ Е. О. Патон, М. В. Петров. Изыскание рационального типа электросваренных сквозных ферм. Опытное исследование. Изд. Киевского электросварочного комитета, 1931.

Задавшись целью найти наиболее экономную по расходу металла и наиболее рациональную для выполнения конструкции электросваренных стропильных ферм, Патон определил, что такой фермой является трубчатая ферма. Кстати, одной из причин экономии металла при использовании электросварки и является возможность широкого применения трубчатых сечений для стержней (что невозможно при клепке). Это имеет особенно важное значение при изготовлении сжатых стержней, так как повышается их жесткость и во время работы на продольный изгиб представляется возможным увеличивать дополнительные напряжения, что ведет к повышению прочности фермы без увеличения ее веса.

Другой причиной экономии металла при электросварке по сравнению с клепкой является отсутствие соединительных уголков и косынок при креплении стержней к узлам.

Е. О. Патон и В. В. Шеверницкий доказали целесообразность усиления клепаных балок мостов при помощи электросварки⁸. С этой целью к балкам больших размеров были приварены дополнительные стальные полосы. Ученые предложили наиболее рациональный способ производства этих работ.

Следует заметить, что усилением клепаных железнодорожных мостов с помощью электросварки в начале 30-х годов занимались и в других странах, в частности в Германии⁹.

Всесторонние исследования Е. О. Патона и его сотрудников показали возможность использования электросварки в конструкциях, эксплуатирующихся не только при статической, но и при динамической нагрузке. Для этого были произведены ударные испытания электросварных и клепаных балок длиной 2 м¹⁰.

Необходимость подобных испытаний диктовалась тем, что противники внедрения электросварки, если и допус-

⁸ Е. О. Патон, В. В. Шеверницкий. Исследование типов усиленных клепаных балок наваркой листов. М., ОНТИ, 1935.

⁹ R. Bernhard. Über die Wirksamkeit ausgeführter Verstärkungen von Eisenbahnbrücken durch Elektroschweißung. Die Elektroschweißung, 1932, N 1, Heft 1, S. 1—10, Braunschweig.

¹⁰ Е. О. Патон, А. В. Дятлов. Ударные испытания электросваренных и клепаных балок. Научно-исслед. кафедра инж.-строит. наук и Киевское эксперим. бюро НИС НКПС. М., Транспечать НКПС, 1930.

кали ее применение, то лишь в изделиях, подверженных статической нагрузке. Работу электросварных соединений даже при незначительной динамической нагрузке они считали невозможной. Но результаты проведенных Патонам испытаний показали, что электросварные соединения оказывают сопротивление ударной нагрузке не хуже, чем статической.

В начале 30-х годов интенсивная научно-исследовательская работа в области сварных мостовых конструкций проводилась как в СССР, так и за границей. В СССР эти исследования, кроме Украинской Академии наук, проводились в секторе конструкций ЦСН НКПС, ЦНИИПС, ЦНИИТМАШ, МЭМИИТ, МВТУ им. Баумана (тогда КМММИ), Оргаметалле и др.

Г. А. Николаев одним из первых начал заниматься применением сварки в мостостроении. В начале 30-х годов он проанализировал работу мостовых конструкций со сварными соединениями, построенных за рубежом и в СССР, и сделал следующий вывод: «Все мосты работают в эксплуатации, и, несмотря на опасения, высказываемые относительно работы сварных соединений на динамику, результаты эксплуатации вполне удовлетворительны»¹¹.

В 1935 г. Николаев выполнил ряд проектов сварных металлических мостов, которые были построены на железных дорогах страны.

Многие исследования Патона, как уже указывалось выше, показали преимущества электросварки, заключающиеся в экономии металла. Спроектированные Патонам сварные двутавровые балки пролетом 13,3 м для перекрытий машинного зала Киевского энергетического института дали экономию металла в 18%¹². При изготовлении этих балок были установлены определенные ограничения в отношении их габаритов и уже имевшегося проката металла, так как первоначальные балки были запроектированы клепаными. И все же, несмотря на это, применение электросварки дало такую значительную экономию металла.

В другой, более ранней работе (1929 г.) Патон, спроектировав мостовые опорные части сварными вместо литых

¹¹ Г. А. Николаев. Сварка в применении к мостостроению. В сб. «Сварка в мостостроении», Трансжелдориздат, 1934, стр. 29.

¹² Е. О. Патон, Н. И. Козловский. Электросварные двутавровые балки пролетом 13,3 м. «Автогенное дело», 1931, № 8.

(изготовление которых из-за перегрузки литейных цехов часто задерживалось), показал еще большие преимущества сварных опорных частей, давших экономию металла до 35—40%¹³. Кроме того, изготовление сварных изделий оказалось проще, дешевле и давало наименьший брак.

Изысканию рационального типа стержней, сваренных из двух уголков, посвящено исследование Е. О. Патона совместно с Л. Н. Новоборским¹⁴. Результаты испытаний различных образцов на прочность с учетом влияния плапок, связывающих концы уголков, позволили рекомендовать оптимальные типы таких стержней.

Успешные экспериментальные и теоретические исследования сварных изделий позволили Е. О. Патону уже к концу 1933 г. обобщить и изложить накопленный практический и научный материал по электросварке металлических конструкций и систематизировать результаты исследовательских и конструкторских работ электросварочной лаборатории и Киевского электросварочного комитета¹⁵. Особое внимание было обращено на конструкцию и расчет сварных изделий, а также на порядок сборки и сварки их в заводских и монтажных условиях.

«За короткий период своего существования,— писал Патон,— применение электросварки для соединения стержней в узлах сквозных ферм целиком себя оправдало и заслуживает доверия»¹⁶.

Это объяснялось двумя основными причинами: во-первых, экономией металла (иногда достигавшей 30%) и уменьшением стоимости сварных сквозных стропильных ферм и, во-вторых, превосходством сварных ферм по прочности и надежности по сравнению с клепаными.

Данная работа сыграла большую роль не только потому, что она помогала производителям осуществлять расчет и проектирование сварных конструкций в промышленном строительстве (это было, конечно, главным), но и пропагандировала преимущества нового технологического

¹³ Е. О. Патон. Мостовые опорные части сварного типа. Электросварочный комитет, Изд-во ВУАН, 1932.

¹⁴ Е. О. Патон, Л. Н. Новоборский. Изыскание рационального типа стержней, сваренных из двух уголков. М.—Л., Госмашметиздат, 1934.

¹⁵ Е. О. Патон, Б. Н. Горбунов. Расчет и проектирование электросварных конструкций в промышленном строительстве. М.—Л., Госстройиздат, 1933.

¹⁶ Там же, стр. 36.

процесса — электросварки. Это тоже было очень важно, так как в ряде случаев к электросварке относились с недоверием.

Другим руководством, изданным в это же время Е. О. Патонем с группой сотрудников, был альбом электросваренных конструкций промышленного строительства¹⁷. В нем были приведены многочисленные примеры наиболее типичных сварных соединений элементов конструкций и указана последовательность их сборки и сварки. Эти пособия восполняли недостаток руководств по изучению и проектированию электросварных конструкций и были особенно необходимы в начальный период развития электросварки.

Особое внимание Патон продолжал уделять принципам проектирования сварных конструкций, так как к середине 30-х годов конструкторы еще не овладели методами проектирования таких конструкций. Обычно слепо копировались конструкции клепаных соединений, но вместо заклепок предусматривались сварные швы. Естественно, такой метод проектирования не давал тех выгод, которые можно было бы получить от применения электросварки. Е. О. Патон указывал на необходимость изучения конструкторами технологического процесса сварки: «Хорошим проектировщиком сварных конструкций может быть только тот, кто изучит самый технологический процесс сварки. Конструктор должен ясно представлять себе весь процесс изготовления проектируемой им конструкции. Только при таких условиях можно получить полный эффект (как технологический, так и экономический) от применения электросварки»¹⁸.

К середине 30-х годов Патонем были уже сформулированы основные принципы проектирования сварных конструкций¹⁹. Е. О. Патон еще в то время прямо указывал на то, что при проектировании сварных конструкций необходимо стремиться к возможно большему выполнению сварки в заводских условиях, где имеются

¹⁷ Е. О. Патон, Н. И. Козловский, А. Г. Варжичский, А. Н. Марченко и др. Альбом электросваренных конструкций промышленного строительства. Изд-во АН УССР, 1933.

¹⁸ Е. О. Патон и др. Альбом сварной аппаратуры сахарной промышленности. Изд-во АН УССР, 1935, стр. 21.

¹⁹ Там же, стр. 21—23.

все необходимые условия для рационального производства и проведения лучшего контроля.

Встречавшиеся в то время указания о простоте проектирования сварных конструкций по сравнению с клепаными Патон объяснял тем, что условия проектирования клепаных конструкций уже давно детально разработаны и требуют многочисленных расчетов и эскизов, тогда как методика проектирования сварных конструкций разработана еще далеко недостаточно и считается излишним останавливаясь на многих неясных вопросах. Поэтому проекты сварных конструкций на первый взгляд представляются проще, чем проекты клепаных конструкций.

«Однако, — указывал Патон, — если при проектировании продумывать все детали сварки, т. е. положение, какое будут иметь швы во время сварки, порядок, в каком надо варить швы, чтобы получить минимум деформаций и усадочных напряжений, если иметь в виду условия монтажа и порядок сварки элементов монтажных сопряжений, то следует признать, что проект сварной конструкции не проще, а иногда и много сложнее, чем клепаной конструкции. В особенности это относится к сварным мостам...»²⁰.

Изучение усадки и способов борьбы с ней было тогда одной из важнейших задач научно-исследовательских организаций, работающих в области сварки.

Е. О. Патон, его ученики и сотрудники провели обширные экспериментальные и теоретические исследования по вопросу влияния усадочных напряжений, вызываемых местным нагревом при сварке и последующим неравномерным охлаждением шва и основного металла, на прочность различных сварных конструкций. Результаты этих исследований имели большое научное и практическое значение, так как ученые предлагали конкретные меры борьбы с усадкой.

Исследования усадочных напряжений при сварке сосудов позволили объяснить процесс образования внутренних напряжений, возникающих при сварке, определить их величину, а также разработать способ расчета усадочных напряжений при сварке сосудов²¹.

²⁰ Е. О. Патон, Б. Н. Горбунов. Сварные мосты. «Строительная промышленность», 1933, № 5, стр. 37—39.

²¹ Е. О. Патон, Б. Н. Горбунов, Д. И. Берштейн, К. И. Дзевалтовский. Усадочные напряжения при сварке цилиндрических сосудов. Изд-во АН УССР, 1936.

Было доказано, что в сварных сосудах имеются значительные внутренние напряжения, сосредоточенные в зоне усадки и оказывающие действие как в сварном шве, так и в основном металле.

Исследователи поставили исключительно важный и мало изученный вопрос о том, опасны ли усадочные напряжения, и дали на него исчерпывающий ответ. Отмечалось, что внутренние напряжения имеются не только в сварных, но и во многих других конструкциях. Например, они возникают при ковке, литье и при штамповке. Неравномерность остывания балок после проката (стенки остывают быстрее поясов) приводит к значительным внутренним напряжениям в них. Внутренние напряжения выше предела текучести вызывает холодная правка металла. Обычно только при изготовлении особо ответственных деталей считаются с этими внутренними напряжениями и принимают меры для уменьшения их, чаще всего в виде отжига деталей.

Практика изготовления сварных деталей показала во многих случаях безопасность усадочных напряжений, объясняющуюся главным образом их местным характером (металл в перенапряженных местах не разрушается, а начинает течь, что приводит к выравниванию напряжений).

Вместе с тем указывалось на случаи разрушения даже ненагруженных швов при остывании после сварки, т. е. на разрушение шва лишь под влиянием усадки, что объяснялось значительными усадочными напряжениями, образующимися в результате неправильного выполнения сварки.

Е. О. Патон считал нерациональным уменьшать усадочные напряжения при помощи отжига сварных изделий, объясняя это сложностью, трудоемкостью и дороговизной этой операции. Он предлагал снижать усадочные напряжения путем выбора оптимальных режимов сварки, т. е. подбором соответствующего тока, способа сварки, последовательности укладки сварных швов, типа обмазки и диаметра электрода и т. д. (что впоследствии и подтвердилось на практике). Патон считал, что проблеме влияния усадочных напряжений на прочность сварных конструкций необходимо и дальше уделять серьезное внимание. При этом следовало определить ту величину усадочных напряжений, которую можно не принимать во внимание при проектировании. Поэтому в следующем, 1936 г.

Е. О. Патон совместно со своими сотрудниками продолжил изучение этого вопроса²².

Был поставлен очень важный для производственной практики вопрос — нужно ли при проектировании снижать допускаемые напряжения, если усадочные напряжения неизбежны. Патон провел обширные эксперименты, ибо, как он писал, «теоретические соображения могут пролить лишь слабый свет на этот вопрос, и ответ могут дать только специальные опыты»²³.

Таких опытов было недостаточно; не давала ясных указаний и практика эксплуатации существующих конструкций. Больше того, как уже было отмечено, в одних случаях в конструкциях, имеющих напряжения, не обнаруживалось никаких признаков разрушения даже при длительной эксплуатации, а в других случаях швы давали трещины при остывании без какого-либо воздействия нагрузки, т. е. только под влиянием усадки.

Патон тогда же поставил вопрос о необходимости значительного повышения качества сварных швов. Ученый не считал причиной разрушения швов большие нагрузки. По его мнению, действительной причиной было низкое качество сварных швов, дефекты в них в виде непроваров, пор, шлаковых и газовых включений и т. д.

Исследования влияния усадочных напряжений на прочность, проведенные в СССР и за рубежом, были явно недостаточны и давали иногда противоречивые ответы.

Тщательные и обширные опыты с образцами различной формы и размеров (стержни, балки и фермы) показали, что прочность основного металла сварных конструкций строительного типа не уменьшается под влиянием усадочных напряжений как при статической, так и при вибрационной нагрузке. При возрастании внешней нагрузки усадочные напряжения непрерывно уменьшаются за счет пластичности металла, причем для этого оказался достаточно пластичным даже металл, наплавленный электродами с тонкой обмазкой.

Что касается появления трещин в сварных швах, то проведенные опыты не могли объяснить, как указывал

²² Е. О. Патон, Б. Н. Горбунов, Д. И. Берштейн. Влияние усадочных напряжений на прочность сварных конструкций. «Автогенное дело», 1937, № 7, стр. 4—15.

²³ Там же.

Патон, «общеизвестный факт появления трещин в швах при охлаждении после сварки или под нагрузкой», так как в исследуемых образцах не было стыковых швов.

Следовательно, результаты опытов показали, что при нормальной температуре сварные конструкции иногда, несмотря на наличие в них различных концентраторов напряжений, не снижают своей прочности под действием остаточных напряжений. Проведенные в Институте электросварки исследования в последующий период подтвердили этот вывод и показали, что остаточные напряжения вредны (т. е. могут оказывать влияние на статическую прочность конструкции) лишь при наличии резких концентраторов напряжений, особенно при низких температурах.

Это исследование, проведенное в период только что начавшегося стахановского движения, дало ответ на вопрос, имевший весьма большое политическое и практическое значение. Дело в том, что в основе движения новаторов производства в области дуговой электросварки лежало использование повышенной силы тока и электродов большого диаметра. Но при повышенной силе тока вследствие увеличения нагрева увеличивались и усадочные напряжения, которых, естественно, опасались. Это было одним из сдерживающих моментов в развитии движения новаторов.

В отдельных работах отмечалось положительное влияние повышения силы тока на прочность сварных конструкций и качество швов²⁴. Оставался неясным вопрос о том, повлияет ли повышение силы тока на усадку. С этой целью Е. О. Патон провел специальное исследование²⁵ и выяснил, что хотя с увеличением силы тока, а следовательно, и скорости сварки, усадочные напряжения возрастают, но они не отражаются на прочности сварной конструкции.

Как сам Патон, так и его сотрудники в начале 30-х годов провели большую работу по внедрению электросварки во многие отрасли народного хозяйства.

Под руководством Е. О. Патона был спроектирован и построен в 1931 г. на киевском заводе «Ленинская кузница» первый в нашей стране цельносварной речной бук-

²⁴ В. Э. Дымшиц. Испытание сварных образцов, сваренных при повышенных силах тока. «Автогенное дело», 1936, № 3.

²⁵ Е. О. Патон, Д. И. Берштейн. Влияние повышенных сил сварочного тока на усадку. Изд-во АН УССР, 1937.

сирный пароход. С этого времени и началось широкое применение электросварки в судостроении.

Исследования Патона в области проектирования сварных сосудов²⁶ в большой степени способствовали дальнейшему расширению сферы использования электросварки.

Указанные работы, как и многие другие, выполненные Патонам вместе с его учениками и сотрудниками в 30-е годы и посвященные исследованию прочности различных сварных конструкций, изысканию конструктивных форм, оптимально отвечающих условиям сварки, сыграли исключительно важную роль в разрешении наиболее актуальных вопросов в области проектирования сварных металлических конструкций; они научно обосновали и облегчили рациональный переход в нашей стране от клепаных конструкций к сварным и явились ценнейшим вкладом в советскую науку.

Исследования Е. О. Патона, наряду с исследованиями других ведущих ученых нашей страны — Г. А. Николаева, Н. Н. Рыкалина, Н. О. Окерблома, В. П. Вологодина и др., дали возможность создать науку о проектировании, расчете и изготовлении сварных конструкций.

Многие основные научно-исследовательские работы по электросварке, особенно работы по прочности сварных конструкций, начиная с 1929 г., выполнялись Е. О. Патонам совместно с его ближайшим сотрудником — Б. Н. Горбуновым (впоследствии член-корреспондент АН УССР). При его помощи Патон проводил все первоначальные испытания сварных конструкций, их сравнение с клепаными и т. д. Б. Н. Горбунов спроектировал крайне необходимые первые машины для испытания сварных конструкций, изготовленные затем на заводе «Большевик». Это было очень важно, так как такие машины можно было получить тогда только из-за границы и за баснословно большие деньги.

²⁶ Е. О. Патон, В. В. Шверницкий. Неотбортованные сферические днища сварных сосудов. «Химическое машиностроение», 1936, № 4; Е. О. Патон, В. В. Шверницкий, К. И. Дзевалтовский. Ослабление обечаек сварными патрубками. «Химическое машиностроение», 1937, № 5.

Разработка технологии электросварки, механизация и автоматизация сварки открытой дугой

Большое значение имели научно-исследовательские работы по технологии сварки, проводившиеся под руководством Е. О. Патона в первые годы ее внедрения. По мере развития электросварки и расширения области ее применения все более жесткими становились требования к сварному шву (в первые годы к нему предъявлялось лишь одно требование — прочность). Это заставило самым серьезным образом изучить явления, происходящие в сварочной дуге, а также выявить причины изменения структуры металла шва и их влияние на его химические и физические свойства. В результате были разработаны электродные обмазки, давшие возможность получать металл шва требуемого качества.

В СССР в первые годы развития сварочного дела применяли только голые или тонкообмазанные (меловое покрытие) электроды, использование которых обеспечивало лишь стабильное горение дуги и спокойное плавление электрода.

В Институте электросварки занялись поисками более эффективных стабилизирующих веществ. Вскоре рецептура тонких обмазок металлических электродов была значительно расширена. Были найдены электродные покрытия, дающие более высокую производительность.

Выяснилось, что металлургические процессы, происходящие в сварочной дуге, подчинены законам, которые действуют в обычной сталеплавильной печи. Используя знание металлургических процессов, можно было заранее предусмотреть, какие изменения в составе металла произойдут в процессе сварки при исследуемом составе электродной обмазки.

Как писал Е. О. Патон, это дало возможность «научно подойти к выбору состава обмазки и позволяет по заданному составу металла подсчитать нужный состав электродного покрытия»²⁷. Таким образом начала создаваться теория электросварки.

Исследования электродных покрытий имели большое значение, так как в период 1929—1939 гг. основной объем

²⁷ Е. О. Патон. Работы в области электросварки. Избр. труды, т. II. Изд-во АН УССР, 1961, стр. 302.

сварочных работ в промышленности, строительстве и на транспорте выполнялся вручную. Технология изготовления электродов с качественными покрытиями находилась на очень низком уровне. Под руководством Патона в Институте электросварки было разработано необходимое оборудование для изготовления электродов и даже типовый проект электродной мастерской. На многих заводах по этому проекту были построены мастерские, и это способствовало ликвидации кустарщины.

Институт электросварки считал своей главной задачей автоматизацию и механизацию процессов сварки.

Особое внимание, которое уделял Е. О. Патон процессам механизации и автоматизации электросварки, определялось как необходимостью замены тяжелого ручного труда сварщиков работой сварочных автоматов, так и повышением производительности автоматов. Одновременно он занимался совершенствованием технологии самой дуговой сварки — обеспечением качества сварного шва (сохранение постоянства расстояния между электродом и свариваемым изделием, измеряемого крайне малыми величинами — от 2 до 5 мм).

Е. О. Патон писал об этом: «Я поставил себе задачу — создать автоматическую сварку, заменить тяжелый и малопродуктивный труд сварщика сварочными машинами»²⁸.

Ввиду широкого развития электросварки в СССР в годы первой пятилетки вопрос об автоматизации сварных работ приобрел особо важное значение.

Достаточно хорошо были изучены преимущества и недостатки автоматической сварки. Качество сварного шва улучшалось благодаря непрерывному протеканию процесса и поддержанию постоянной короткой дуги (чем короче дуга, тем выше качество дуговой электросварки!). Благодаря возможности увеличивать сварочный ток и не тратить время на смену электродов, процесс сварки протекал быстрее, а это уменьшало усадочные напряжения в свариваемых изделиях. Кроме того, при автоматической сварке уменьшается расход электродной проволоки благодаря отсутствию огарков электродов и уменьшению разбрызгивания; отпадает необходимость в резке проволоки на электродные стержни и т. д.

²⁸ Е. О. Патон. Слово ученым-машиностроителям, стр. 167.

К недостаткам автоматической сварки следует отнести сравнительно узкую область использования одного и того же автомата, сконструированного, как правило, для определенного типа сварочных работ, а также относительную сложность автомата и его большую стоимость.

Е. О. Патон утверждал, что будущее сварки принадлежит автоматам и что ручной способ сварки, как менее экономичный и менее совершенный, будет постепенно вытесняться автоматической сваркой. Лишь небольшая часть сварочных работ, там, где использование сварочных автоматов затруднено или неэкономично, останется за ручной сваркой. Но Патон видел, что и здесь ручная сварка может быть вытеснена применением полуавтоматов, т. е. устройствами для дуговой сварки, в которых автоматизированы лишь некоторые операции сварочного процесса, а другие, в частности перемещение дуги вдоль шва, осуществляются вручную.

В самом начале 30-х годов предложенные конструкции автоматов для дуговой сварки в большинстве своем либо оказались совершенно непригодными, либо не нашли практического применения из-за их сложности и ненадежности в работе.

Недостатки тогдашних автоматов тормозили внедрение автоматической сварки. Основная трудность заключалась в сложности процесса дуговой сварки, где все явления протекают с огромной скоростью. Поэтому автоматы должны были отвечать многим требованиям. Они сводились к следующему: автомат должен вступать в работу сразу же после включения рубильника или контроллера без посторонней помощи; после возбуждения дуги автомат должен автоматически поддерживать ее длину постоянной независимо от имеющихся неровностей на поверхности свариваемых изделий, а длина дуги должна быть возможно более короткой и регулироваться в нужных пределах; автомат должен автоматически устранять случайные короткие замыкания и обрывы дуги, а также прекращать движение вдоль шва как при случайном коротком замыкании, так и при разрыве дуги и продолжать движение только после нового возбуждения дуги; средняя скорость подачи электродной проволоки должна регулироваться в нужных пределах; автомат должен во время работы перемещаться вдоль шва, причем скорость продвижения также должна регулироваться. И наконец, автомат должен быть надеж-

ным в работе, легким по весу, недорогим, компактным и, по возможности, с простой электрической схемой.

Оказалось, что простой в сущности процесс ручной сварки, в котором, кроме электродержателя, не применяется никаких приспособлений, при автоматизации требует весьма сложных аппаратов. Несмотря на это, автоматизация сварки давала большую экономию за счет повышения производительности труда. От успешной механизации и автоматизации технологического процесса зависело будущее дуговой электросварки: при невозможности проведения широкой механизации дуговая сварка, конечно, была бы вытеснена другими технологическими процессами, которые легко поддаются механизации, а следовательно, требуют меньше ручного труда.

В начале 30-х годов главными недостатками зарубежных сварочных автоматов были: сложность электрического и механического устройств, снижающая технические и эксплуатационные показатели автоматической сварки; зависимость от системы сварочных машин; затруднения с применением автоматов на сварке переменным током.

Советские специалисты начали разработку отечественных автоматов для сварки открытой дугой с устранения недостатков, отмеченных в зарубежных автоматах. Оригинальные конструкции автоматов были созданы в 1932—1933 гг. на заводе «Электрик», в Электросварочном комитете Академии наук УССР, НКПС (Д. А. Дульчевский), на Харьковском электромеханическом заводе (Р. С. Лашкевич).

При разработке конструкции автомата в Электросварочном комитете Е. О. Патон исходил из того, что одним из существенных недостатков зарубежных автоматов является реверсирование, требующее определенного времени. В силу инерции механизма не всегда удается быстро оторвать электрод, в результате чего происходит его «примерзание» к свариваемому изделию.

В Киеве считали нерациональным применение моторчика для возбуждения дуги, так как это сильно усложняло схему автомата. Учитывая, что процесс возбуждения дуги имеет характер импульса и длится чрезвычайно короткое время, украинские конструкторы считали наиболее рациональным применить для целей возбуждения дуги также быстро работающий механизм, например, воспользоваться для этого силой тяги электромагнита.

Значительным недостатком некоторых конструкций автоматов являлось большое количество сложных и недостаточно надежных в эксплуатации механизмов, например различных реле и электромагнитных муфт, управляющих работой электросварочной головки. Поэтому при разработке конструкции сварочной головки Патон со своими учениками задался целью получить автомат, надежный в работе и вместе с тем достаточно простой по устройству.

В 1931 г. под руководством Е. О. Патона П. П. Буштеттом была разработана первая модель сварочного автомата, а в 1932 г. автомат был изготовлен.

Эта автоматическая сварочная головка оказалась относительно простой и надежной в работе, что объяснялось отсутствием переключающих реле, реверсирования двигателя, трущихся и искровых контактов, а также специальных электромагнитных муфт. Она была портативна и легка, обеспечивала хорошее качество сварного шва. Даже при неровностях на свариваемых поверхностях длина дуги оставалась одинаковой в процессе сварки. В работе автомата использовалась электродная проволока диаметром 4 мм при силе тока в пределах от 140 до 250 а.

Несмотря на то, что автомат имел ряд преимуществ по сравнению с зарубежными, он все же был не лишен некоторых существенных недостатков. В первом варианте головки зажигание производилось при помощи специального устройства, которое при коротком замыкании приводилось в действие от сжатой пружины. Удаление конца электрода от свариваемого изделия в момент образования дуги с большой скоростью не давало надежного зажигания дуги. Е. О. Патон и сотрудники института напряженно работали над усовершенствованием автомата. Были разработаны еще две модели автоматической сварочной головки²⁹: в 1934 г. — второй ее вариант, а в 1936 г. — третий, причем уже в 1934 г. по типу второго варианта в мастерских Института электросварки было изготовлено 100 головок для внедрения в промышленность³⁰. Особенно удачной была третья модель головки. Она имела двухмоторный механизм, отличавшийся большой надежностью

²⁹ Е. О. Патон. Работы в области электросварки. Избр. труды, т. II; его же. Механизация электродуговой сварки. «Автогенное дело», 1938, № 11, стр. 3.

³⁰ Е. О. Патон. Институт электросварки ВУАН. «Автогенное дело», 1934, № 10.

в работе. По всем показателям эта головка превосходила зарубежные автоматические головки. Так как механизм сварочной головки был очень простым, совершенно отпала необходимость в отдельной настройке ее. Она не имела искровых реле, регулирующих пружин, электромагнитных муфт, тиратронных ламп и других сложных и неустойчивых в работе устройств; поэтому обслуживание электрической части головки заключалось лишь в регулировании длины дуги при помощи одного реостата.

Механическая часть автоматической сварочной головки состояла из дифференциальной зубчатой передачи, приводимой в действие двумя электродвигателями с помощью двух самотормозящих червячных передач, что делало каждый двигатель независимым. Направление вращения электродвигателей было установлено так, что при работе одного из них подающий ролик вращался в направлении подачи электродной проволоки вниз, а при работе другого подающий ролик вращался в противоположную сторону, и это вызывало движение электрода вверх. В случае одновременной работы обоих электродвигателей направление вращения подающего ролика и число его оборотов равнялось разности чисел оборотов каждого двигателя. Следовательно, механизм головки представлял собой эпициклический зубчатый механизм, особенность которого заключалась в том, что рабочий орган, в данном случае ролик, подающий электродную проволоку, приводился во вращательное движение совершенно независимыми двигателями. В соответствии с выбранными передаточными числами, а также с направлением вращения и числом оборотов двигателя можно было менять число оборотов и направление вращения ролика, подающего электродную проволоку.

Однако этот вариант головки не отвечал всем предъявляемым требованиям. В результате дальнейшей модернизации головки в 1939 г. был создан автомат А-66, причем были усовершенствованы как механическая, так и электрическая части головки. В механической части сложная эпициклическая передача была заменена простейшей дифференциальной передачей с четырьмя коническими зубчатыми колесами. Эта замена оказалась весьма рациональной, так как дифференциальный механизм дешевле, проще в изготовлении, надежнее в работе и придает лучшие динамические свойства головке благодаря упрощению кинематической цепи, а также уменьшению числа звеньев.

Несмотря на бесспорную работоспособность двухмоторных головок А-66, в процессе длительной эксплуатации их обнаружилось, что они имеют значительные недостатки. Главными из них были ненадежность и сложность механизма для подачи электродной проволоки, в результате чего наблюдались износ подающих роликов и частая пробуксовка. Помимо этого к недостаткам головок А-66 следовало отнести: сложность изготовления и эксплуатации; неспособность обеспечивать равномерное качество сварных швов в условиях длительного колебания напряжения в сети; необходимость в дефицитных купроксных выпрямителях для питания одного из двигателей постоянным током; значительные размеры; малое тяговое усилие, что вело к частым обрывам дуги при небольшой затяжке электродной проволоки; из-за малой мощности головок на них невозможно было установить механизм для правки электродной проволоки.

Автомат А-66 сыграл большую роль на первом этапе внедрения автоматической сварки открытой дугой. Большое количество этих автоматов выпускалось Институтом электросварки вплоть до 1942 г., когда стали изготавливать головки с постоянной скоростью подачи, разработанные сотрудником Института электросварки В. И. Дятловым.

Сварщики испытывали трудности из-за отсутствия электродной проволоки для автоматической сварки. Этим вопросом в нашей стране еще не занимались.

В период возникновения автоматической сварки автоматы работали на постоянном токе, поэтому для получения устойчивого горения дуги не требовалось специальных покрытий на электродах. Но при применении автоматов, использующих для питания дуги переменный ток, для обеспечения устойчивого горения дуги требовалась проволока с ионизирующими покрытиями. Обычный метод нанесения обмазки на поверхность проволоки для электродов при ручной сварке в этом случае, из-за трудности подвода сварочного тока и возможности засорения питательного аппарата головки, оказался непригодным.

Известно, что самым эффективным путем получения устойчивого плавления проволоки является применение обмазок. Е. О. Патон указывал, что не раз предпринимавшиеся на наших заводах попытки освоить автоматическую сварку с использованием голой проволоки не дали положительных результатов, так как не обеспечивалась

надежность работы автоматических головок. При использовании в автоматах голой проволоки сварочная дуга была особенно чувствительна к действию асимметричных магнитных полей, т. е. к магнитному дутью. Следовательно, для получения устойчивой работы сварочного автомата нужно было использовать электродную проволоку, дающую стабильное горение дуги. Все это заставляло заняться разработкой метода нанесения обмазки на электрод.

Для механизации изготовления такой проволоки надо было создать специальный станок. В Институте электросварки такой станок был создан, и после опытной проверки его были изготовлены рабочие чертежи, которыми Институт обеспечил предприятия, вводящие у себя автоматическую сварку. Кроме того, Патон, которого не удовлетворяла применяемая при ручной электросварке тонкая меловая обмазка, задался целью разработать такой тип обмазки, которая давала бы хорошую устойчивость дуги и максимально возможный коэффициент наплавки, т. е. обеспечивала бы наибольшую производительность процесса сварки.

Наилучшей электродной обмазкой оказалась обмазка на основе двуокиси титана; она не только обеспечивала устойчивую работу, но и отличалась повышенным коэффициентом наплавки, в результате чего производительность автоматов увеличивалась. Эта электродная проволока имела на поверхности четыре неглубокие бороздки, заполненные обмазкой.

Но это был только первый шаг в развитии автоматической сварки. Электродная проволока с ионизирующими покрытиями давала сварные швы с низкими механическими свойствами и могла применяться только при изготовлении неотчетливых изделий.

По мере расширения области применения автоматической сварки встал вопрос об использовании ее при изготовлении ответственных конструкций, подвергающихся при эксплуатации динамическим нагрузкам. Получить высококачественный металл сварного шва при автоматической сварке тонкообмазанной электродной проволокой было невозможно, так как металл сварочной ванны не был защищен от воздуха. Необходимо было решить более сложную задачу — разработать электродную проволоку с толстыми покрытиями в виде шлака или защитной оболочки.

Е. О. Патон писал, что неизбежным этапом в развитии автоматической сварки явился переход к толстообмазаным электродам.

Эта проблема решалась и за рубежом. Однако там попытки использовать толстообмазанную электродную проволоку при автоматической сварке основывались на дорогом типе электродов и очень сложном оборудовании.

Е. О. Патон и сотрудники Института электросварки в решении этого вопроса пошли по собственному пути. Отечественная технология автоматической сварки открытой дугой намного опередила достижения заграничной техники того времени.

Был создан новый тип толстообмазанной электродной проволоки с крестообразным поперечным сечением, обеспечившей получение сварных швов хорошего качества. Это давало возможность применять автоматическую сварку в производстве конструкций, подвергающихся не только статической, но и динамической нагрузке. Производство проволоки крестообразного сечения было механизировано.

Однако автоматы с электродной проволокой, покрытой тонкой ионизирующей обмазкой, как и автоматы с крестообразной проволокой, т. е. с качественной обмазкой, не получили широкого применения в промышленности из-за их недостаточной производительности. Даже лучшие образцы автоматических головок для сварки открытой дугой давали только двукратное повышение производительности по сравнению с ручной сваркой.

Кроме разработки автоматов и электродной проволоки для них, Институт электросварки занимался следующими вопросами: разработкой оптимальных режимов при автоматической сварке стыковых и угловых швов; исследованием причин неудовлетворительной работы автомата при использовании голой электродной проволоки; изысканием возможности применения электродной проволоки с покрытиями и др.

Разработкой конструкций автоматических сварочных головок, помимо Института электросварки, занимались также и некоторые другие организации, изучение же технологии этого процесса проводилось только в Институте электросварки.

Е. О. Патон отлично понимал, что для получения максимальной эффективности недостаточно автоматизировать

только собственно процессы дуговой сварки, но необходимо механизировать и вспомогательные операции в сварочном производстве. Другими словами, уже на первых этапах автоматизации сварки он стремился к комплексному решению проблемы механизации сварки. Поэтому в Институте электросварки под его руководством разрабатывались различные приспособления и устройства, позволяющие механизировать весь комплекс сварочных работ при изготовлении балок, сосудов, колонн и других металлических конструкций. В этой области Е. О. Патон и сотрудники Института электросварки издали ценные пособия, сыгравшие важную роль в деле механизации сварочных работ в СССР³¹.

Комплексные исследования процессов плавления основного и электродного металла, теплового баланса при сварке открытой дугой, проведенные в нашей стране под руководством Е. О. Патона в период 1929—1940 гг., явились крупным вкладом в отечественную сварочную науку и послужили основой для многочисленных работ ряда научно-исследовательских организаций.

Выполненные во второй половине 30-х годов под руководством Патона крупные исследования в области металлургии сварки открытой дугой оказали в дальнейшем огромное влияние на все развитие науки о сварке в нашей стране. На первом этапе эти исследования привели к созданию отечественного способа автоматической сварки открытой дугой. В 1938 г. началось серийное изготовление по этому способу железнодорожных цистерн и других металлоконструкций на ряде машиностроительных заводов.

Начиная с 1930 г., вопросами электросварки и ее научного обоснования вместе с Е. О. Патоном занимались его ученики, многие из которых впоследствии стали крупнейшими учеными и специалистами в области сварных конструкций: Б. Н. Горбунов, В. В. Шеверницкий, М. В. Петров, Н. И. Козловский, Д. И. Берштейн, К. И. Дзевалтовский, Г. В. Раевский и др. Их труды послужили основой для создания сварочной техники.

³¹ Е. О. Патон, Г. И. Сысоенко, Л. П. Поляков и др. Альбом станков для автоматической сварки. Киев, Изд-во АН УССР, 1937.— Этот труд в течение многих лет являлся единственным руководством для заводских технологов и конструкторов.

СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ

Создание нового способа

Наиболее значительной работой, выполненной под руководством и при непосредственном участии Е. О. Патона, было создание способа автоматической сварки под флюсом. Способ этот является самым эффективным в современной технике сварочного дела.

Способ автоматической сварки открытой дугой, разработанный Патонем и его сотрудниками в 1929—1939 гг., отличался относительно невысокой производительностью. Он не отвечал тем требованиям, которые предъявляли автоматической сварке к началу 40-х годов многие быстро развивающиеся отрасли народного хозяйства, в первую очередь машиностроение и строительство.

Благодаря стахановскому движению в 1935—1939 гг. резко повысилась производительность труда при ручной сварке, так как новаторы производства стали применять электроды большого диаметра и повышенную силу тока. В результате ручная дуговая сварка была более эффективной, чем автоматическая сварка покрытыми электродами, т. е. сварка открытой дугой. Это заставляло настойчиво добиваться повышения производительности автоматической сварки.

Однако скоро стало очевидно, что ресурсы дальнейшего повышения производительности автоматов, в силу специфики процессов сварки открытой дугой, исчерпаны. Нужен был принципиально новый вид автоматической сварки, который позволил бы внести качественные изменения в металлургические процессы, протекающие при дуговой сварке.

Используя десятилетний опыт работы Института электросварки, а также обобщив результаты научных исследований, выполненных в нашей стране Н. Н. Бенардосом, Н. Г. Славяновым, Д. А. Дульчевским и другими, Е. О. Патон и группа сотрудников Института в 1939—1940 гг. закончили разработку нового отечественного метода сварки — автоматическую (или, как ее тогда называли, «скоростную») сварку под слоем флюса. Этот метод позволил резко повысить производительность (в 5—12 раз по сравнению с производительностью ручной сварки) и улучшить качество сварных соединений.

Повышение производительности объясняется возможностью значительно увеличить силу тока — до 3000—4000 а и, кроме того, более эффективно, по сравнению с обычной электросваркой, использовать тепло сварочной дуги.

Качество сварных соединений повышалось главным образом благодаря надежной защите расплавленного металла от вредного воздействия кислорода и азота воздуха.

Метод сварки под флюсом имеет, помимо того, ряд важных технологических, экономических и эксплуатационных преимуществ по сравнению с другими видами электросварки. Так, например, отпадает трудоемкий и сложный процесс изготовления электронной проволоки с толстой обмазкой — сварка осуществляется голой проволокой. Сводятся почти на нет потери металла на угар и разбрызгивание, так как процесс сварки происходит под флюсом. В результате более рационального использования тепла дуги на расплавление основного и электродного металла экономится электроэнергия. Рабочим не приходится защищать глаза от лучей электрической дуги. В процессе работы выделяется лишь незначительное количество газов и паров, поэтому нет необходимости оборудовать сварочные цехи дополнительной вентиляцией.

Сущность метода заключается в следующем. Процесс сварки голым электродом производится под толстым слоем флюса. На конце электродной проволоки, погруженном во флюс, образуется сварочная дуга; под действием тепла дуги вокруг нее образуется пузырь из расплавленного флюса. Под защитой этого слоя происходит концентрированный нагрев металла и более быстрое его плавление. Благодаря более быстрому нагреванию металла, автоматической подаче флюса и электрода, автоматическому перемещению сваривающего механизма новый способ является очень эффективным.

При создании отечественного способа автоматической сварки под флюсом учитывался зарубежный опыт, о чем Патон писал: «Институт электросварки Академии наук СССР, издавна занимающийся автоматической сваркой, обратил внимание на этот способ сварки, предложенный американской фирмой Линде, и приступил к разработке состава флюса, который является основой этого метода сварки.

За сравнительно короткий срок Институт разработал состав флюса и технологию его изготовления, сконструировал и изготовил специальную аппаратуру.

Новый скоростной метод сварки имеет громадное значение»³².

При разработке отечественного способа сварки зарубежный опыт учитывался критически. Е. О. Патон писал: «В 1940 г., приступая к изучению автоматической сварки под слоем флюса, мы располагали весьма скудными и противоречивыми данными, приводимыми в иностранных журналах. По этим данным отрицалось наличие дугового процесса; считалось, что расплавление основного металла и электрода осуществляется за счет джоулева тепла, выделяемого при прохождении тока через электропроводный расплавленный флюс. При такой трактовке процесса оставались неясными явления, во-первых, наличия ясно выраженного глубинного кратера и, во-вторых, переноса расплавленного металла через плотный слой флюса. Это заставило критически отнестись к рекламируемой фирмой Линде трактовке сварки под флюсом как сварки сопротивлением»³³.

Проведенные в связи с этим первые исследования в Институте электросварки не дали результатов, точно освещающих явления сварки под флюсом. Только обстоятельные экспериментальные исследования, проведенные Б. Е. Патон и А. М. Макара в 1943 г., доказали наличие дугового процесса при сварке под флюсом³⁴. Это — одна из важнейших научно-исследовательских работ Института электросварки, которая была проведена в годы второй мировой войны.

Исключительно напряженная научно-исследовательская работа в Институте электросварки позволила уже к середине 1940 г. в основном разработать новый отечественный метод автоматической сварки под флюсом.

³² Е. О. Патон. Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса. Машгиз, 1942, стр. 8.

³³ Е. О. Патон, С. А. Островская. Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса. (Достижения за последние три года). Машгиз, 1944, стр. 6.

³⁴ Б. Е. Патон, А. М. Макара. Экспериментальное исследование процесса автоматической сварки под слоем флюса. Киев, Изд-во АН УССР, 1944.

О высокой производительности нового способа Е. О. Патон писал: «На протяжении трех месяцев удалось разработать состав флюса и затем новую аппаратуру, необходимую для полной механизации процесса автоматической сварки под слоем флюса. В июне 1940 г. на конференции по новым методам автоматической сварки в Киеве Институт электросварки уже демонстрировал скоростную сварку стыкового шва двух листов толщиной 13 мм, причем сварка выполнялась в один проход с большой скоростью — 30 м/час. При такой толщине металла... производительность сварки в шесть раз больше производительности, применявшейся раньше автоматической сварки обмазанным электродом»³⁵.

Исключительно короткий срок, потребовавшийся для создания способа сварки под флюсом, объяснялся тем, что Институт много лет вел работы по сварке под флюсом. Небезынтересно привести высказывания Е. О. Патона о том большом значении и влиянии, которое оказывают практика, новаторы производства на развитие науки. «Итак, — писал он, — за короткое время Институту удалось намного перегнать стахановцев, которые внедряли его сварочные автоматы. Не будь стахановцев, Институт и до сих пор (в 1940 г. — А. Ч.) довольствовался бы сравнительно невысокой производительностью своих сварочных автоматов. Этот случай из жизни Института представляет собой яркий пример значения, которое может иметь для нас, научных работников, стахановское движение, той пользы, которую могут дать стахановцы научной работе»³⁶.

Любопытно отметить, что в американских журналах разработка флюса фирмой Линде изображалась как весьма сложная проблема, над разрешением которой работали в течение семи лет³⁷.

О создании отечественного метода автоматической сварки под флюсом независимо от США Е. О. Патон писал с

³⁵ Е. О. Патон. Внедрение скоростной автоматической сварки на строящемся в Киеве мосте через Днепр. «Вісті АН УРСР», 1940, № 10, стр. 45.

³⁶ Там же.

³⁷ Б. И. Медовар. Работа Института электросварки АН УССР в годы Отечественной войны. В сборнике, посвященном семидесятилетию со дня рождения и пятидесятилетию научной деятельности Евгения Оскаровича Патона. Киев, Изд-во АН УССР, 1946.

чувством гордости за советских ученых: «В течение десятилетия (1929—1939 гг.) мы создали собственные сварочные автоматы, а в 1939 г. занялись методом автосварки под флюсом.

Разработку пришлось вести самостоятельно от начала до конца. Американцы основное засекретили, только за состав флюса они запросили с нас десять миллионов долларов. Мы обошлись без капиталистических рвачей, и все сделали сами»³⁸.

В данном случае указание Е. О. Патона о начале работ в Институте электросварки по созданию автоматической сварки под флюсом не совсем точно, так же как и его указание о том, что Институт в начале 1940 г. приступил к разработке способа сварки с использованием голой электродной проволоки, горящей под слоем гранулированного флюса³⁹.

В Институте электросварки разработкой автоматической сварки под слоем флюса начали заниматься еще в середине 30-х годов, причем исследования проводились при сварке угольным электродом (1936 г.)⁴⁰ и металлическим электродом.

Ознакомление с годовыми отчетами Института о научно-исследовательской деятельности, а также с некоторыми опубликованными работами, составленными по материалам исследований Института, позволяет установить, что исследования автоматической сварки под флюсом проводились в Институте гораздо раньше 1939—1940 гг. Например, в статье Института электросварки о механизации электродуговой сварки мы находим прямое указание на то, что в период 1936—1937 гг. в Институте разрабатывалась сварка голым электродом в слое флюса, представляющего газо-шлаковую защиту⁴¹.

Отечественный способ автоматической сварки под флюсом нашел поддержку в ЦК Коммунистической партии Украины. Первый секретарь ЦК КП Украины Н. С. Хрущев после ознакомления с этим способом сварки сразу

³⁸ Е. О. Патон. Слово ученым-машиностроителям, стр. 168.

³⁹ Е. О. Патон, С. А. Островская. Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса. Машгиз, 1944.

⁴⁰ Е. О. Патон. Работы в области электросварки. Избр. труды, т. II.

⁴¹ Институт электросварки АН УССР. Механизация электродуговой сварки. «Автогенное дело», 1938, № 11, стр. 3.

оценил его громадные преимущества и оказал исключительную помощь при внедрении его в производство. Вот что Патон писал впоследствии: «Руководитель большевиков Украины Н. С. Хрущев, живо интересуясь всеми вопросами, связанными со строительством Киевского моста (где Институт электросварки предполагал в широких масштабах применить автоматическую сварку под флюсом.— А. Ч.), выразил желание ознакомиться с новым методом скоростной автоматической сварки. Посетив Институт во второй половине октября 1940 г. и убедившись в больших преимуществах этого метода сварки, Н. С. Хрущев признал необходимым немедленно внедрить его в производство на больших заводах Советского Союза и тут же дал задание срочно разработать необходимые меры, обещав содействовать их осуществлению...

Через несколько дней после посещения тов. Хрущева мы убедились, что в его лице новый скоростной метод автосварки приобрел активного и очень ценного защитника и пропагандиста»⁴².

Свою первую монографию об автоматической сварке под флюсом (являющуюся первой монографией по этому вопросу в мировой литературе) Е. О. Патон посвятил Н. С. Хрущеву — «инициатору широкого внедрения в промышленность скоростной автоматической сварки под слоем флюса»⁴³.

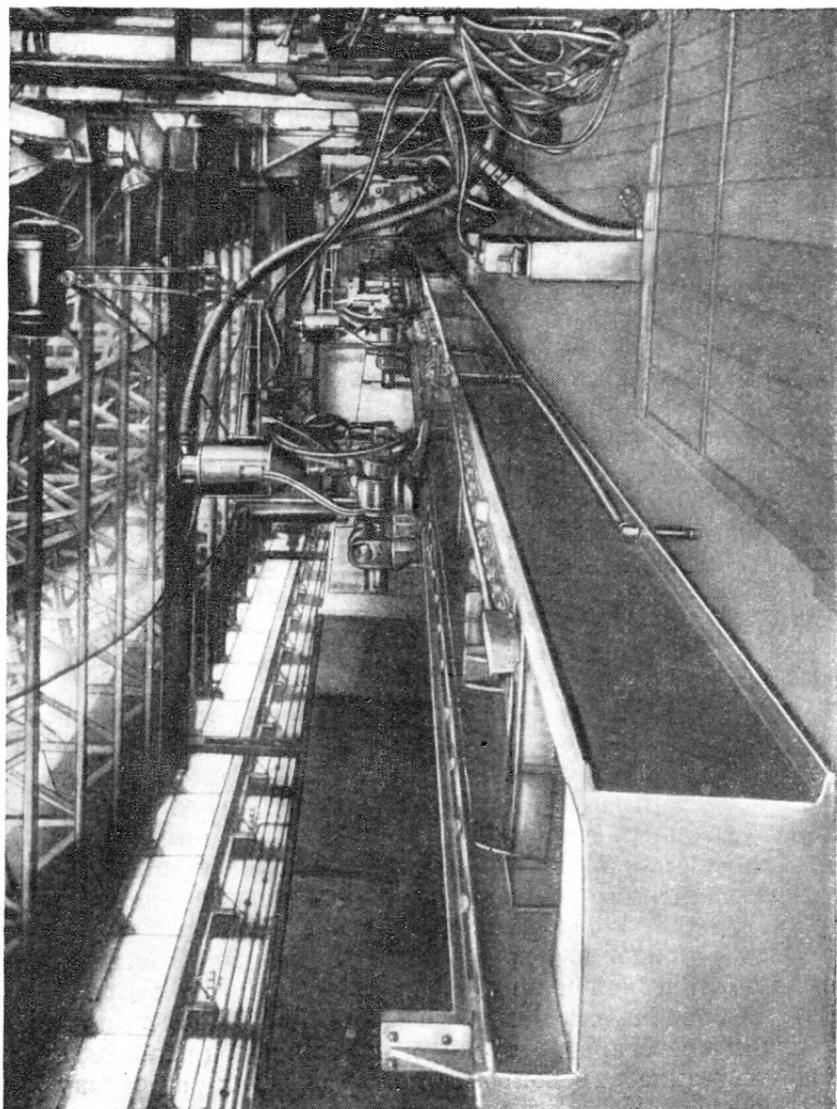
Учитывая громадное производственное и экономическое значение метода скоростной автоматической сварки, Совнарком СССР и ЦК ВКП(б) 20 декабря 1940 г. приняли специальное постановление о широком внедрении нового метода в народное хозяйство. Руководство этими работами было возложено на Е. О. Патона, назначенного государственным советником при СНК СССР.

Уже в начале 1941 г. Е. О. Патон начинает бороться за быстрейшее перенесение нового метода из стен Института в заводские условия.

Автоматическая сварка под флюсом в скором времени стала широко применяться на крупнейших советских

⁴² Е. О. Патон. Внедрение скоростной автоматической сварки на строящемся в Киеве мосте через Днепр. «Вісті АН УРСР», 1940, № 10, стр. 47.

⁴³ Е. О. Патон. Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса. Изд. 2. Л., 1941, стр. 3.



Первая установка для автоматической сварки под флюсом, построенная под руководством
Е. О. Патона на заводе металлоконструкций в Днепропетровске

заводах при изготовлении железнодорожных цистерн, паровых котлов, судовых корпусов, строительных металлоконструкций и т. д.

Исключительное народнохозяйственное значение автоматической сварки под флюсом было отмечено в докладе Н. А. Вознесенского на XVIII Всесоюзной партийной конференции, за несколько месяцев до второй мировой войны. Этот метод был приведен как пример, иллюстрирующий возможности и резервы роста нашей промышленности.

Особенно широкое распространение получила автоматическая сварка под флюсом в годы Великой Отечественной войны. В тесном содружестве с работниками одного из уральских заводов сотрудники Института под непосредственным руководством Е. О. Патона впервые в истории сварочной техники организовали цеховое производство танковых бронекорпусов. При разработке технологии сварки броневых сталей пришлось преодолеть большие трудности. Эту работу нужно было выполнить в условиях военного времени, когда не хватало многих материалов, в частности дорогой и дефицитной аустенитной электродной проволоки. Не было условий для организации трудоемкой точной обработки кромок свариваемых соединений. Необходимо было преодолеть недостатки, характерные для сварных соединений: появление трещин в металле шва и в околошовной зоне.

Широко применялась сварка под флюсом и при изготовлении других видов вооружения и боеприпасов.

Огромная работа была проделана в это время Е. О. Патонем и коллективом руководимого им Института по созданию технологии сварки специальных сталей, по исследованию процессов, протекающих при сварке, изысканию новых флюсов, конструированию более совершенной аппаратуры и т. д.

Опыт, накопленный в первые годы развития и внедрения автоматической сварки, обобщен Е. О. Патонем в ряде работ, посвященных металлургическим процессам, протекающим при сварке, и технологии сварки под флюсом, а также теоретическим вопросам, которые легли в основу этого способа.

Большим событием для работников, занимающихся сварочным делом, было издание Е. О. Патонем первой в мировой литературе монографии о сварке под флюсом, вы-

державшей в течение 1940—1942 гг. три издания, пополнявшиеся результатами новых исследований⁴⁴.

Накопленный за 1940—1941 гг. обширный материал о механических и физических свойствах металла сварных швов и соединений, полученных при автоматической сварке под флюсом, в результате многочисленных испытаний, проведенных в лабораториях различных научно-исследовательских институтов (в том числе Института электросварки) и заводов страны, позволил Е. О. Патону наметить перспективы дальнейшего развития этого вида сварки металлов. В частности, после испытаний на прочность сварных швов при повторных нагрузках была доказана возможность широкого применения автоматической сварки под флюсом для изготовления конструкций, работающих при динамических нагрузках.

Исследования влияния высоких и низких температур на механические свойства швов показали явные преимущества автоматической сварки под флюсом по сравнению с другими видами сварки и дали возможность значительно расширить области ее применения при изготовлении энергетического оборудования и подвижного состава железнодорожного транспорта и многих строительных металлоконструкций.

Высокие механические свойства швов, полученных при автоматической сварке под флюсом (особенно благодаря их пластичности), объясняются, главным образом, как показал Е. О. Патон, эффективной защитой расплавленного металла от вредного влияния азота и кислорода воздуха, т. е. исключительной чистотой металла сварного шва. Металл сварных швов, полученных под флюсом, содержит в 20 раз меньше азота и в 2—3 раза меньше кислорода, чем сварные швы, выполненные электродами с качественными покрытиями.

Для улучшения структуры и механических свойств металла шва при сварке под флюсом нет необходимости в их дополнительной термической обработке, что является огромным технологическим преимуществом этого вида сварки (в ряде случаев для снятия термических напряже-

⁴⁴ Первое издание этой монографии Е. О. Патона вышло в 1940 г. в Харькове под названием «Автоматическая сварка голым электродом под слоем флюса», а два последующие издания — под названием «Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса» (М., Машгиз, 1941, 1942).

ний, возникающих в процессе сварки, может быть применен отжиг при температуре 600—650°).

Исследования Института электросварки, проведенные Д. М. Рабкиным под руководством Е. О. Патона, показали, что швы, полученные автоматической сваркой под флюсом, во много раз устойчивее против интеркристаллитной коррозии, чем швы, выполненные при помощи электродов с качественными покрытиями.

Разработка технологии автоматической сварки под флюсом

Большое внимание Е. О. Патон уделял технологическим вопросам. Он понимал, что успешное развитие автоматической сварки зависит от разработки и освоения ее рациональной технологии. Поэтому под его руководством и при его непосредственном участии в исключительно сжатые сроки были проведены работы по изысканию оптимальной технологии сварки под флюсом различных сварных соединений — стыковых, нахлесточных и тавровых, а также разработана технология сварки стыковых швов без снятия фасок на кромках свариваемых деталей и угловых швов нахлесточных соединений без лодочки с оплавлением кромок и т. д.

Учитывая исключительно важную и многообразную роль флюса и проволоки для созданного способа сварки, Е. О. Патон сам занялся их разработкой.

В начале 1941 г. Институт электросварки предложил использовать разработанный здесь первый в мире основной флюс АН-1 и специальную кремнемарганцовистую проволоку.

Хотя вскоре эти флюс и проволока были заменены другими, более усовершенствованными, все же при создании системы «основной флюс — легированная проволока» они послужили базой для внедрения технологии сварки подавляющего большинства конструкционных сталей.

Флюс марки АН-1 нельзя было признать удачным, так как он требовал при сварке малоуглеродистой стали применения специальной кремнемарганцовистой проволоки, изготовление которой вызывало немало трудностей. Кроме того, он содержал много плавикового шпата (минерал — фтористый кальций). При выплавке флюса в пламенной печи это вызывало разрушение динасовой футеровки. Са-

мым же главным недостатком флюса было то, что при сварке из него выделялись вредные для здоровья рабочих фтористые соединения. Потребовалась разработка флюсов других марок.

В конце 1940 и начале 1941 г. Институт электросварки совместно с ЦНИИТМАШ разработал флюс для сварки обычной малоуглеродистой электродной проволокой⁴⁵. Е. О. Патон был (по совместительству) руководителем отдела сварки ЦНИИТМАШ в Москве.

В первом периоде своей работы сотрудники Института хотели создать универсальный флюс, т. е. такой флюс, который по своему химическому составу был бы пригоден для сварки различных марок основного металла (т. е. металла свариваемых изделий) как малоуглеродистой, так и кремнемарганцовистой электродной проволокой. Этой работе в то время придавали большое значение. В 1942 г. такой флюс был разработан в Институте электросварки (флюс АН-2). Однако, как показало двухлетнее использование этого универсального флюса, возложенные на него надежды не оправдались: он не обеспечивал получение шва высокого качества при сварке малоуглеродистой и легированной сталей⁴⁶.

Широкое внедрение автоматической сварки в производство поставило перед Патонем и его сотрудниками задачу — создать способ массового изготовления флюса. Успешное решение этой проблемы было достигнуто благодаря совместным усилиям Е. О. Патона и работников стекольной промышленности. Они впервые предложили и осуществили идею производства флюса в пламенных печах, предназначенных для варки стекла.

В годы войны Е. О. Патон возглавил работу коллектива Института электросварки по изысканию полноценного заменителя плавленного флюса, так как база по изготовлению этого флюса в Донбассе была временно оккупирована гитлеровскими захватчиками. Таким заменителем оказался флюс АШ, предложенный сотрудником Института электросварки А. И. Коренным. Флюс представлял собой обогащенный марганцем шлак доменных печей, работающих на древесном угле. Во время войны, как и в первые после-

⁴⁵ С. М. Гуревич. Автоматическая сварка голым электродом под слоем флюса. «Автогенное дело», № 2, 1941.

⁴⁶ Е. О. Патон, С. А. Островская. Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса, стр. 32.

военные годы, когда еще не было налажено массовое изготовление плавяного флюса, флюс АШ сыграл исключительно важную роль.

В послевоенный период на основе ионной теории, позволившей по-новому рассмотреть процесс взаимодействия жидких металла и флюса, а также процесс легирования металла сварного шва примесями, содержащимися во флюсе, в Институте электросварки были разработаны флюсы для каждой марки стали, применяемой в промышленности и строительстве.

Всестороннее комплексное изучение способа автоматической сварки под флюсом, проводившееся под руководством Е. О. Патона в 1946—1953 гг., позволило, наряду с широким внедрением ее в промышленность, совершенствовать этот способ и искать новые пути его развития.

Одним из основных направлений деятельности Е. О. Патона и коллектива Института электросварки в послевоенные годы было создание поточных линий изготовления отдельных видов сварной продукции.

Учтя накопленный за годы войны опыт сварки бронекорпусов на конвейере, Патон энергично взялся за организацию поточных линий на ряде отечественных заводов. Так, совместно с работниками завода им. Ильича (г. Жданов) Патон наладил поточное производство котлов железнодорожных цистерн.

На заводах угольного машиностроения было организовано изготовление на поточной линии угольных шахтных вагонеток, а также некоторых видов металлических креплений методом автоматической сварки под флюсом, причем при изготовлении кузовов вагонеток впервые в сварочном деле были применены вальцесварочные станки оригинальной конструкции, служащие для сборки и сварки вагонеток.

Наиболее эффективным оказалось использование автоматической сварки под флюсом при организации поточного производства тонкостенных стальных труб большого диаметра для строительства магистральных трубопроводов высокого давления. Огромное значение имели работы Патона в области сварки самих труб и технологии сооружения трубопроводов с широким использованием автоматической сварки под флюсом.

В 1945—1951 гг. Е. О. Патон руководил созданием и внедрением новых прогрессивных способов сварки — вер-

тикальной с принудительным формированием шва, полуавтоматической скоростной двумя дугами и способа автоматической наплавки. Под его руководством была разработана технология сварки углеродистых и легированных сталей. Все больше расширялся круг отраслей, где сварка становилась основной технологической операцией. К ним относились судостроение, гражданское и промышленное строительство, нефтяная промышленность⁴⁷.

Широкое распространение автоматической сварки в нашей стране объясняется прежде всего глубокой научной разработкой вопросов свариваемости металлов, разработкой и освоением хорошо сваривающихся сталей, исследованием причин образования дефектов в металле шва (трещин, пор и др.), совершенствованием технологии сварки и улучшением сварочного оборудования. Эти исследования, выполненные под руководством Е. О. Патона, представляли большой практический интерес, они раскрыли новые закономерности в процессах взаимодействия расплавленного металла и шлака, показали, какое влияние оказывает состав флюса на первичную микроструктуру сварных швов и т. д.

В 1948 г. под редакцией Е. О. Патона вышла из печати фундаментальная монография «Автоматическая сварка под флюсом», в которой даны теоретические основы этого метода сварки. В ней подробно рассмотрены металлургические и электрические процессы, протекающие при сварке под флюсом, рассказано о технологии и технике автоматической сварки.

Научные работы, выполненные под руководством Е. О. Патона в последние годы его жизни, характеризуются широким привлечением наиболее современных методов исследования: спектрального и рентгеноструктурного анализа, газового анализа, новейших методов металлографии и т. д.

Сварочное оборудование и аппаратура

Успешное внедрение и развитие автоматической сварки под флюсом в большой степени зависело от аппаратуры и оборудования для этого вида сварки.

⁴⁷ Е. О. Патон. Автоматическая сварка в судостроении. М., Оборонгиз, 1944; Е. О. Патон, П. И. Севбо, Г. В. Раевский, Б. Е. Патон. Автоматическая сварка под флюсом строительных металлоконструкций. М., Стройиздат, 1944.

В качестве первых установок для автоматической сварки под флюсом использовались те же установки, что и для автоматической сварки открытой дугой. Эти установки состояли из сварочного автомата и станка для перемещения автомата или свариваемого изделия. Они были громоздки и сложны в управлении. Объяснялось это тем, что вначале внимание конструкторов сварочной аппаратуры было сосредоточено лишь на разработке дуговых автоматов. Способу перемещения дуги по шву в то время не уделялось должного внимания, т. е. конструирование сварочных установок с самого начала шло по неправильному пути ⁴⁸.

Об этих станках и причинах отказа от их применения Е. О. Патон писал: «В 1941 г. станки для автоматической сварки были сложны и громоздки. Поражало, что роль громадных и дорогих станков сводилась к обслуживанию одной небольшой сварочной головки.

Маршевое (нерабочее) перемещение станков осуществлялось от специального электропривода. Дистанционное управление маршевым ходом достигалось при помощи сложной и ненадежной в эксплуатации электромагнитной муфты. Плавное изменение скорости сварки обуславливало применение моторов постоянного тока. Длительные испытания сложных станков показали их нецелесообразность. Возможность плавного изменения скорости сварки на ходу при обслуживании станков неквалифицированными кадрами вызывало резкое ухудшение качества швов. Все это заставило отказаться от применения сложных и громоздких станков и перейти к конструированию и эксплуатации упрощенных сварочных станков индивидуального и универсального типов» ⁴⁹.

Е. О. Патон, обратив внимание на сложность схем регулирования дуги сварочных головок в этих установках, направил усилия коллектива конструкторов сварочных станков на максимальное упрощение оборудования, так как от этого зависело успешное внедрение автоматической сварки под флюсом.

Вскоре такие станки были созданы. Они позволили при сварке прямолинейных или круговых швов применить

⁴⁸ В. Е. Патон. Сварочные тракторы Института электросварки. В «Юбилейном сборнике, посвященном Е. О. Патону». Изд-во АН УССР, 1951.

⁴⁹ Е. О. Патон, С. А. Островская. Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса, стр. 21—22.

установки с движущейся головкой при неподвижном свариваемом изделии или установки с движущимся изделием при неподвижной головке, главным образом при сварке круговых швов. Были созданы и комбинированные установки для попеременного движения головки и изделия.

В 1944 г. в Институте электросварки были сконструированы и начали внедряться в промышленность простые по конструкции станки индивидуального и универсального типов в виде консольных тележек, велосипедных тележек, карусельных станков и т. д. Эти станки использовали в зависимости от типа швов — прямолинейных или круговых, их расположения, а также способа укладки деталей, например сварки швов «в лодочку» и т. д.

В 1942 г. В. И. Дятловым, научным сотрудником Института электросварки, была создана автоматическая сварочная головка с постоянной скоростью подачи электродной проволоки, работающая по принципу саморегулирования мощной дуги под флюсом. Это было одним из замечательных достижений Института электросварки в годы второй мировой войны. Оно на длительный период определило развитие автоматической сварки под флюсом не только у нас в стране, но и за рубежом.

Сварочная головка с постоянной скоростью подачи электродной проволоки оказалась конструктивно простой и весьма надежной в работе⁵⁰.

Применение постоянной скорости подачи электродной проволоки основано на открытом в Институте электросварки явлении саморегулирования дуги, горящей под флюсом.

В зарубежных автоматических головках для сварки под флюсом скорость подачи электрода регулируется. Электродвигатели сварочных головок, подающие электродную проволоку в зону сварки, связаны с напряжением на дуге сложной электрической цепью. Повышение или понижение напряжения воздействует на число оборотов двигателя, изменяет в нужную сторону скорость подачи проволоки и длину дуги. Сварочная головка и электрическая аппаратура для автоматического регулирования подачи электродной проволоки очень сложны. Для надзора и ремонта подобных установок необходим штат высококвалифицированных электриков.

⁵⁰ В. И. Дятлов. Новый принцип построения сварочных автоматов. «Вестник машиностроения», 1943, № 9—10.

В сварочных головках системы Дятлова процесс сварки регулируется автоматически на основе использования особенностей процесса плавления электродной проволоки при сварке под флюсом.

Изобретение Дятлова дало возможность выпускать простые автоматические сварочные головки вместо автоматов со сложными кинематическими и электрическими схемами, основанными на постоянном напряжении дуги. Поэтому Институт электросварки рекомендовал изготавливать и эксплуатировать одномоторные головки с постоянной скоростью подачи электродной проволоки.

С этого времени в промышленности в основном стали внедрять сварочные головки двух типов — упрощенные головки А-80 и самоходные головки А-81. Головки А-80 подавали электрод в зону дуги; они перемещались вдоль шва специальным станком. В самоходных головках с помощью одного двигателя дуга перемещалась вдоль шва и подавалась электродная проволока.

Эти автоматические головки были сконструированы в Институте электросварки П. И. Севбо и В. Е. Патонем по принципу, предложенному В. И. Дятловым. Головки А-80 и А-81 с постоянной скоростью подачи электродной проволоки отличались более высокими техническими и эксплуатационными качествами, чем головка системы Дятлова. Они имели по одному двигателю вместо прежних двух, отличались простой электрической схемой.

Использование принципа В. И. Дятлова позволило предельно упростить конструкцию сварочной головки. Однако конструкция всего сварочного станка по-прежнему оставалась и сложной и громоздкой.

Сложность индивидуальных станков, для проектирования и изготовления которых требовалось много времени и средств, являлась одной из причин, задерживавших внедрение автоматической сварки. Недостатком этих станков было также и то, что они проектировались по размерам и конфигурации какого-либо одного изделия. При переходе на другие изделия нужно было изготавливать специальные новые станки.

Требовалось либо значительное упрощение сварочных станков, либо создание таких сварочных аппаратов, которые позволили бы заводам мелкосерийного и индивидуального производства совершенно избавиться от сварочных станков (для массового производства наиболее рациональ-

ным было использование сложных специализированных сварочных станков).

Первым значительным шагом по пути упрощения сварочных станков было создание отечественными конструкторами, начиная с 1942—1943 гг., самоходных сварочных головок, т. е. таких сварочных аппаратов, которым придан механизм передвижения вдоль шва. Отличительной их особенностью являлось то, что основная часть механизмов, ранее установленных на станке, была перенесена на сварочный аппарат.

В 1942 г. в Институте электросварки был создан аппарат для скоростной сварки, отвечающий новым требованиям. Он представлял собой небольшую тележку со сварочной головкой и был значительно проще по конструкции, чем дорогие и сложные индивидуальные станки, изготовление которых доставляло заводам, осваивающим автоматическую сварку, много хлопот.

Второе его достоинство заключалось в том, что электродную проволоку можно было наклонять под любым углом к шву и, следовательно, отпадала необходимость поворачивать крупногабаритные и тяжелые изделия в процессе сварки.

При проектировании аппарата стремились придать ему максимальную универсальность, т. е. обеспечить возможность перемещения сварочной головки во всех направлениях. С его помощью удобно было сваривать как продольные, так и круговые швы на различных изделиях.

В 1943 г. сотрудники Института электросварки разработали самоходную автосварочную головку, которая, помимо обычных функций, обеспечивала также перемещение дуги вдоль шва. На самоходную автосварочную головку было обращено исключительное внимание за рубежом. В зарубежных журналах было полностью перепечатано описание ее. (Опубликованное Институтом электросварки в 1942—1946 гг. описание другого сварочного оборудования было также издано за границей.)

Е. О. Патон писал об этом: «Заграничная автосварочная техника не имеет самоходной автосварочной головки, у нас же такая головка создана и с успехом применяется. Один мотор здесь делает все — перемещает головку вдоль шва и подает проволоку в зону дуги»⁵¹.

⁵¹ Е. О. Патон. Слово ученым-машиностроителям, стр. 169.

Самоходные автосварочные головки аналогичной конструкции начали изготавливаться в США только в 1949—1950 гг.

По сравнению с существовавшими в то время в США, Англии и Германии громоздкими автоматическими сварочными установками отечественные сварочные самоходные головки были более простыми, портативными и надежными в работе. Разработанные в Институте электросварки П. И. Севбо и В. Е. Патном самоходные головки САГ-1 и УСА-2, как указывал Е. О. Патон, «с честью выдержали тяжелые испытания в условиях непрерывного производства в военные годы»⁵².

Однако и эти сварочные самоходные головки не удовлетворяли ученых. Стремясь повысить производительность труда сварщиков, они постоянно совершенствовали сварочную технику.

Разработкой и применением для автоматической сварки под флюсом сварочных тракторов начался следующий этап в развитии сварочного оборудования.

Сварочные тракторы — это самоходные и маневренные аппараты, заменившие во многих случаях автосварочные установки. Наиболее целесообразно применять тракторы для сварки больших плоскостных секций, разнообразных балок, цилиндрических сосудов большого диаметра, днищ нефтехранилищ и других изделий крупных габаритов.

В СССР первый сварочный трактор для сварки стыков обшивки плоскостных секций судового корпуса и для приварки набора к обшивке был спроектирован, изготовлен и испытан в Институте электросварки под руководством Е. О. Патона в 1939 г.⁵³ При работе сварочного трактора была использована тонко- и толстообмазанная проволока. В том же году этим трактором на Киевской судовой верфи была произведена опытная сварка секций из листов равной толщины. Опыты оказались удачными.

Однако в то время еще не было производственного опыта работы при помощи этого трактора, что не позволяло отказаться от стационарных автоматических сварочных установок.

⁵² Е. О. П а т о н. О первенстве советской науки и техники в области сварки под флюсом. Изд-во АН УССР, 1951, стр. 18.

⁵³ Е. О. П а т о н. Установки для автоматической сварки балок. Изд. Харьковского Дома техники, 1941, стр. 33; Е. О. П а т о н Избр. труды, т. III, стр. 150.

Несколько типов тракторов для сварки открытой дугой было разработано в Институте электросварки до 1941 г.⁵⁴ Но с успехом применять их начали только после того, как была разработана автоматическая сварка под флюсом.

Работы по созданию отечественной аппаратуры для автоматической сварки под флюсом, в том числе и сварочных тракторов, проводились во многих организациях: Институте электросварки АН УССР, ЦНИИТМАШе, на заводе «Электрик», на автомобильном заводе в Горьком, в МВТУ им. Баумана и др. Помимо универсальной аппаратуры, в отдельных случаях были разработаны установки для производства сварки специальных объектов.

Особое внимание разработке сварочных тракторов было уделено в Институте электросварки начиная с 1944 г.⁵⁵

Работа проводилась в два этапа. На первом этапе (1944—1947) группой сотрудников Института, которую возглавляли В. Е. Патон и П. И. Севбо, была разработана серия специализированных тракторов ТС-11, ТС-12 и ТС-13. Они отличались большой маневренностью, портативностью, малым весом и надежностью при продолжительной работе. Институтом электросварки за два года было внедрено в производство свыше 300 специализированных тракторов. Были выявлены некоторые их недостатки: недостаточная устойчивость на поверхности свариваемых изделий, неудобство настройки режимов сварки и др.

В 1947—1948 гг. В. Е. Патон с сотрудниками сконструировал универсальный трактор ТС-17; недостатки, присущие специализированным сварочным тракторам, были устранены. При помощи этого трактора можно было сваривать разнотипные швы: стыковые с разделкой и без разделки кромок, нахлесточные, угловые, свариваемые «в лодочку» и др.

Трактор ТС-17 в конце 40-х и в начале 50-х годов считался лучшим и был наиболее широко распространен как в промышленности, так и в строительстве.

⁵⁴ Е. О. Патон. Автоматическая сварка в судостроении. М., Оборонгиз, 1944, стр. 30.

⁵⁵ П. Севбо, В. Патон. Новые сварочные автоматы Института электросварки. Изд-во АН УССР, 1946; В. Е. Патон. Сварочные тракторы Института электросварки. В «Юбилейном сборнике, посвященном Е. О. Патону». Изд-во АН УССР, 1951, стр. 483

В последующие годы (1949—1953) в Институте электросварки под руководством Е. О. Патона была создана серия универсальных сварочных тракторов, представлявших собой модернизацию трактора ТС-17, например ТС-17М, ТС-22 и др. Усовершенствованный трактор ТС-17 под маркой ТС-17-М-У в настоящее время широко применяется в производстве.

Для автоматической сварки под флюсом вертикальных и горизонтальных швов на вертикальной плоскости Институтом электросварки в конце 40-х годов были разработаны тракторы для монтажной сварки кожухов доменных печей и для сварки обшивки судов. На вертикальной стене эти аппараты удерживаются с помощью магнитов, поэтому их назвали «магнитными тракторами».

Важное значение придавал Е. О. Патон развитию многодуговой сварки. Под его руководством было разработано необходимое оборудование для осуществления этого высокоэффективного процесса. Были созданы первые образцы мощных сварочных аппаратов для дугодуговой сварки тонкостенных труб большого диаметра, а также сварочные тракторы.

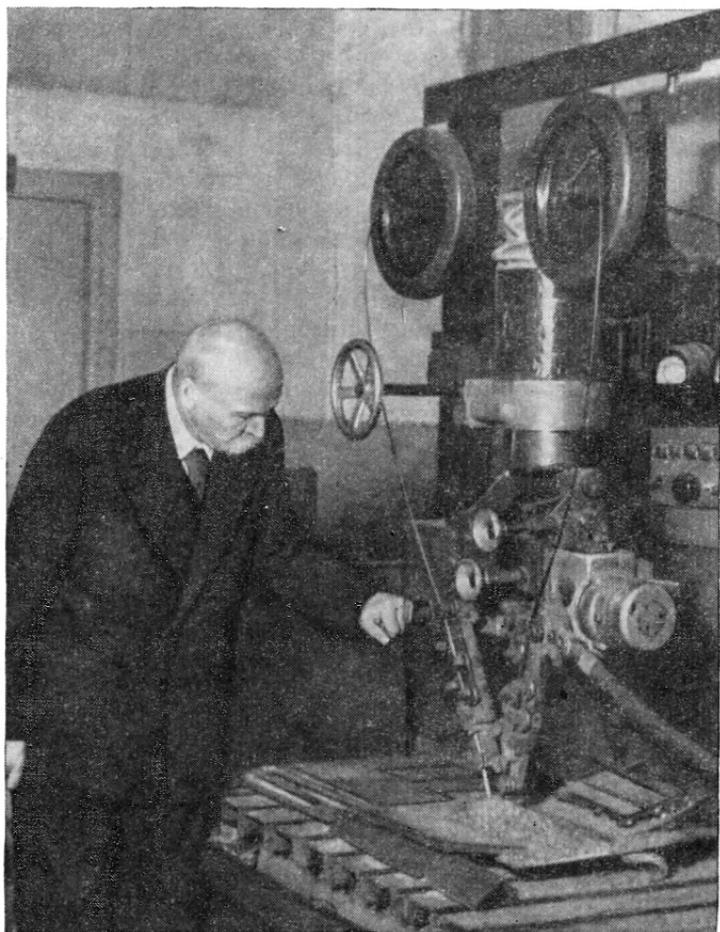
Широкое применение шланговой полуавтоматической сварки объясняется в первую очередь тем, что в Институте электросварки под руководством Е. О. Патона была создана высококачественная разнообразная аппаратура, в том числе универсальный аппарат ПШ-5 и серия держателей к нему, обеспечивающих получение сварных швов, различных по размерам и форме.

Промышленность Советского Союза снабжается высококачественной аппаратурой для автоматической сварки под флюсом — универсальными тракторами, подвесными и самоходными головками, специализированными аппаратами и т. д.

«Применяемая на наших заводах аппаратура для скоростной автоматической сварки, — отмечал Е. О. Патон, — по надежности в эксплуатации, простоте изготовления и наладки не уступает аппаратуре, выпускаемой заводами США»⁵⁶.

Выступая на Всесоюзном совещании работников железнодорожного транспорта в 1962 г., Н. С. Хрущев дал высо-

⁵⁶ Е. О. Патон, С. А. Островская. Перспективы развития скоростной автоматической сварки. В кн.: Е. О. Патон. Избр. труды, т. III, стр. 262.



Е. О. Патон у первой модели двухдугового автомата

кую оценку сварочной аппаратуре, используемой для сварки рельсовых стыков: «...сейчас широко внедряется сварочная аппаратура, созданная Институтом имени Патона, возглавляемым президентом Украинской академии наук академиком Патоном. Я видел эту аппаратуру, она позволяет быстро и хорошо сваривать рельсы»⁵⁷.

⁵⁷ Н. С. Хрущев. За новые успехи в работе железнодорожного транспорта! (Речь на Всесоюзном совещании работников ж.-д. транспорта 10. V 1962). Госполитиздат, 1962, стр. 25—26.

В первой половине 40-х гг., когда в СССР изготавливали портативные сварочные тракторы типа ТС и самоходные головки, выпускавшаяся за границей (главным образом американской фирмой Линде) аппаратура для сварки под флюсом отличалась чрезмерной громоздкостью и большим весом — свыше 200 кг. Аппараты не могли перемещаться непосредственно по изделию, и требовалась установка специального рельсового пути, что сильно усложняло их конструкцию.

Существенный недостаток американских тракторов заключался в том, что с их помощью нельзя было сваривать внутренние круговые швы сосудов. Легкие портативные сварочные тракторы, аналогичные изготавливаемым в нашей стране, стали изготавливать в других странах, в частности в США, лишь к середине 50-х годов.

Создание, дальнейшее совершенствование, развитие и внедрение в производство эффективного способа автоматической сварки под флюсом проводились Е. О. Патонем в творческом содружестве с его сотрудниками и учениками (П. И. Севбо, Г. В. Раевский, Б. Е. Патон, Б. И. Медовар, С. А. Островская, А. Е. Аснис, А. М. Макара, Г. З. Волошкевич, А. А. Казимиров, В. К. Лебедев, Б. С. Касаткин, Ю. А. Стеренбоген и др.). Кроме того, обширную программу работ по автоматической сварке вместе с Е. О. Патонем выполняли многие работники заводов, научно-исследовательских институтов и других организаций, например ЦНИИТМАШа (К. В. Любавский, Л. М. Яровинский, И. Л. Бринберг и др.), завода «Электрик» (С. М. Катляр и др.), Днепропетровского завода металлических конструкций и т. д.

Было бы неправильно сводить всю обширную деятельность ученого в области электросварки только к работе над созданием и внедрением автоматической сварки под флюсом, хотя это было, безусловно, главным. Е. О. Патон занимался также контактной электросваркой, полуавтоматической сваркой, начал работы в области сварки цветных металлов и создания механизированного способа сварки алюминия по флюсу. Огромная работа Е. О. Патона в области механизации сварочных работ в монтажных условиях привела к созданию способа сварки вертикальных швов с принудительным формированием. Последующим логическим научным развитием этого метода явилась разработка принципиально нового высокопроизводительного

способа сварки — электрошлаковой сварки. (В 1957 г. за разработку и внедрение электрошлаковой сварки продолжателю дела Евгения Оскаровича — Б. Е. Патону совместно с другими работниками Института электросварки и заводов тяжелого машиностроения была присуждена Ленинская премия.)

Под руководством Е. О. Патона были проведены первые успешные исследования по сварке в среде углекислого газа. Разработка этого способа сварки коллективом сотрудников нескольких научных учреждений, в том числе Института электросварки, в 1963 г. также была отмечена Ленинской премией.

* * *

Материалы по созданию отечественного способа автоматической сварки под флюсом обобщены Е. О. Патонам в ряде обширных монографий. Вчитываясь в его труды, понимаешь, какая колоссальная работа была проделана их автором и всем коллективом Института электросварки и какое большое значение имело внедрение в производство этого замечательного способа.

Автоматическая сварка под флюсом не только заменила тяжелый труд сварщиков; являясь прогрессивным технологическим процессом, она коренным образом изменила облик многих заводов отдельных отраслей промышленности. В ряде случаев было осуществлено поточное производство сварных конструкций, сооружений и изделий. Например, автоматическая сварка в корне изменила технологию производства стальных тонкостенных труб большого диаметра, технологию строительства судов, котлов, магистральных трубопроводов и т. п.

Институт электросварки имени Е. О. Патона заслуженно признан центром научно-исследовательской работы в области автоматической электросварки под флюсом. Здесь создана отечественная технология автоматической сварки под флюсом, конструкции наиболее совершенных автоматов, наилучшие флюсы, здесь впервые дано теоретическое обоснование сущности процессов, протекающих при сварке под флюсом.

СВЯЗЬ С ПРОИЗВОДСТВОМ

Связь с производством является наиболее характерной отличительной чертой всей деятельности Е. О. Патона. Все его исследовательские планы исходили из запросов практики и непосредственных интересов производства. Ученый писал об этом: «Меня никогда не привлекала работа над решением отвлеченных, оторванных от практики тем. Я стремился к тому, чтобы содержание моих работ и работ моих сотрудников отвечало нуждам сегодняшнего и завтрашнего дня народного хозяйства. Что может быть лучшей наградой для человека, чем видеть воплощение своих мыслей, своего труда в жизни?».

Вопросам содружества науки с промышленностью и внедрения результатов исследовательских работ в народное хозяйство он всегда уделял исключительное внимание. Неразрывное единство науки и практики Е. О. Патон рассматривал, как непреложный закон, которому он следовал до конца своей жизни. Но особенно яркое выражение это нашло в советский период деятельности ученого, в частности в работе Института электросварки.

Лазой, на которой строилась работа Института с первых дней его основания, являлось единство науки и техники. Говоря о многолетнем опыте работы Института электросварки, Е. О. Патон утверждал, что содружество с производством, изучение потребностей производства, решение вопросов, имеющих наибольшее значение для промышленности, не только не сужают теоретическую базу исследований, а наоборот, расширяют ее, дают возможность сотрудникам института сочетать высокий научный уровень работ с их практической целеустремленностью и собирать обильный материал для теоретических обобщений⁵⁸.

В ряде случаев решение конкретной практической задачи научным сотрудником давало возможность расширить и углубить теоретические вопросы. Например, как указывает Е. О. Патон, необходимость механизации сварки отдельных изделий с короткими и криволинейными труднодоступными швами привела к созданию нового способа полуавтоматической планговой сварки с использованием гонкой электродной проволоки, а разработка технологии

⁵⁸ Е. О. Патон. Наш опыт работы в содружестве с промышленностью. Избр. труды, т. III, стр. 387.

этого способа в свою очередь повлекла за собой значительное углубление теории сварки под флюсом.

Основой творческого содружества науки и производства, по мнению ученого, являлся выбор актуальной тематики, что в свою очередь обеспечивало возможность внедрения законченных работ. За все годы работы Института в его тематическом плане не было какой-либо теоретической научной темы, не связанной с потребностями производства.

Все открытия и изобретения сделаны в Институте электросварки благодаря тому, что в его стенах господствовало правило: «При всех исследованиях и научных опытах нужно всегда твердо, обеими ногами стоять на земле».

Е. О. Патон эффективно использовал самые разнообразные формы творческого содружества теории и практики в зависимости от конкретных условий. Например, в течение 1940—1948 гг., когда в Институте электросварки был разработан способ автоматической сварки под флюсом, а промышленность еще не имела опыта его использования, коллектив этого передового научно-исследовательского учреждения проводил почти всю работу по внедрению автоматической сварки. Для этого здесь был организован специальный отдел внедрения с необходимым штатом инженеров-инструкторов по сварке и наладчиков сварочной аппаратуры, которые внедряли на заводах сварку и готовили кадры, причем проектированием сварочных установок, приспособленных к определенным видам продукции, занимались сами сотрудники Института.

Деятельность Е. О. Патона была особенно крепко связана с производством во время Великой Отечественной войны, когда коллектив Института работал непосредственно в заводских цехах. Творческое содружество ученых и работников завода позволило резко сократить время, необходимое для освоения производства сварных бронекопструкций.

В послевоенные годы Институт, являясь основным поставщиком аппаратуры для сварки под флюсом, установил связь со многими заводами и стройками. Это позволило внедрить автоматическую сварку в таких широких масштабах, что она стала ведущим технологическим процессом в промышленности и строительстве. Конечно, здесь большая роль принадлежала Е. О. Патону, отличавшемуся исключительной целеустремленностью и настойчивостью.

Когда автоматическая сварка была освоена промышленностью в массовом масштабе, Патон изменил форму сотрудничества Института с производством. К этому времени назрела необходимость разработки узловых проблем сварочной техники, способствующих техническому прогрессу не только одного предприятия, но и целой отрасли промышленности. Для этого нужно было направить работу коллектива научных сотрудников на углубление теоретических основ и изыскание новых способов сварки.

В этот период наилучшей формой содружества явилось создание комплексных бригад из научных сотрудников Института, инженеров и новаторов производства. Эта форма организации работы оказалась весьма рациональной. За сравнительно короткий срок, примерно за пять лет, были получены положительные результаты.

Творческое содружество сотрудников Института с заводами привело к созданию новых эффективных способов изготовления отдельных изделий массового производства. Например, в содружестве с Харцызским трубным заводом был разработан оригинальный способ производства тонкостенных электросварных труб большого диаметра, который в корне изменил ранее существовавшую технологию и дал возможность в очень сжатые сроки освоить выпуск труб для трубопроводов высокого давления.

Институт в содружестве с Ново-Краматорским машиностроительным заводом создал принципиально новый способ изготовления сварно-литых конструкций толщиной до 300 мм. Это способ электрошлаковой сварки, позволяющий сваривать за один проход в вертикальном положении элементы указанной толщины.

Комплексная творческая бригада научных сотрудников Института электросварки и завода «Красный котельщик» (г. Таганрог) разработала высокоэффективную технологию изготовления толстостенных сварных барабанов котлов высокого и сверхвысокого давления.

В содружестве с работниками металлургических заводов были разработаны крайне необходимые для сварки новые марки сталей, которые, наряду с хорошей свариваемостью и высокой статической прочностью, обеспечивали также прочность сварных конструкций, работающих при динамической (вибрационной и ударной) нагрузке.

Удачной формой содружества с производством Е. О. Патон считал также включение в состав ученого совета Ин-

ститута электросварки опытных производственников крупных заводов. Это облегчало составление программ исследований, так как давало возможность оперативно и наиболее полно учитывать потребности производства.

Е. О. Патон требовал, чтобы сотрудники Института на длительное время выезжали на заводы и стройки с целью выявить потребности производства, преимущества и недостатки выполненных ими работ, изучить опыт новаторов производства, установить причины, мешающие внедрению прогрессивных методов сварки. Поступавшие на работу в Институт электросварки молодые специалисты начинали исследовательскую работу только после того, как они побывали на производстве и детально изучили его.

Е. О. Патон считал совершенно необходимым, чтобы крупные ученые в области техники бывали на передовых, ведущих заводах и стройках. Сам он часто бывал на предприятиях.

Работники заводов, в свою очередь, часто посещали Институт электросварки. Многие темы разрабатывались совместно силами Института и заводов. Отдельные вопросы Институт со своими методическими указаниями передавал для разработки заводским лабораториям. Все проблемы, включаемые в план (а в план включались лишь темы, выдвинутые на основании конкретных запросов промышленности), были непосредственно связаны с основным направлением работы Института в области теории.

Будучи лично тесно связанным с руководителями заводов и строек, а также с инженерами и передовиками производства, Е. О. Патон широко привлекал их к участию в научных изданиях Института электросварки, к рецензированию работ. Мнением производственников он очень дорожил и прислушивался к их замечаниям.

Творческая связь с производством дала возможность ввести в Институте электросварки правило, согласно которому научная работа считалась законченной лишь после получения положительных результатов ее внедрения в практику. О претворении результатов научных исследований в жизнь Е. О. Патон проявлял очень много заботы. Он считал, что для осуществления принципиально новых научных достижений заводы и стройки не располагают квалифицированными кадрами и оно, следовательно, должно вестись под непосредственным руководством научных сотрудников, принимавших участие в разработке темы. Они

ни в коем случае не должны подменять заводских работников, а должны только знакомить их с новой технологией и оборудованием и готовить кадры, способные проводить дальнейшее внедрение новой техники.

В последние годы своей жизни Е. О. Патон резко высмеивал тех, кто не понимал смысла его содружества с производством в начальный период развития электросварки в нашей стране. Он писал: «Еще в 30-х годах кое-кто осуждал наше стремление работать рука об руку с производством. Особо ярые „академисты“ и „теоретики“ называли нас ремесленниками, а не учеными. Они не понимали того, что теория, не обогащенная опытом практики, ничего не стоит, а научная работа, не имеющая целеустремленности и практического применения, фактически бесплодна.

Именно поэтому еще в 1930 г. при сварочной лаборатории, которая впоследствии выросла в Институт электросварки, был создан так называемый Электросварочный комитет, в состав которого вошли не только научные сотрудники, но и специалисты-производственники...»⁵⁹.

Больше того, Е. О. Патон считал, что именно связь Института с производством, использование опыта передовиков и творческое соревнование с ними позволили создать высокопроизводительный способ автоматической сварки под флюсом.

В 1946 г., по совету Н. С. Хрущева, была организована передвижная лаборатория, которая сыграла большую роль в ознакомлении работников заводов и строек во всех концах нашей страны с достижениями в области автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом, применение которой в широких масштабах только начиналось. Инструкторы, сопровождавшие вагон-лабораторию, демонстрировали действие сварочной аппаратуры, установленной в вагоне, и обучали сварщиков на стройках и заводах работе на автоматах.

Таким образом, огромной заслугой Е. О. Патона является не только разработка современного высокопроизводительного способа автоматической сварки под флюсом, но и внедрение этого способа в производство. О внедрении в промышленность результатов научных работ Патон часто

⁵⁹ Е. О. П а т о н. Наш опыт работы в содружестве с промышленностью. Избр. труды, т. III, стр. 390.

говорил: «Разработать, изобрести — это только первый этап работы, пожалуй более легкий. Второй этап — внедрение научного достижения в народное хозяйство — самый трудный. Внедрение — это черная работа, но без нее первый этап не имеет смысла»⁶⁰. Он считал завершенной только ту работу, результаты которой было внедрены в промышленность.

Е. О. Патон показал себя великолепным организатором, сумевшим творчески объединить интересы науки и производства.

ПРОБЛЕМА СВАРНОГО МОСТОСТРОЕНИЯ

Разработке проблемы сварного мостостроения Е. О. Патон уделял исключительно большое внимание с первых дней знакомства с электросваркой. Можно без преувеличения сказать, что изготовление мостов с широким использованием электросварки было его заветной мечтой.

Е. О. Патон вместе со своими сотрудниками еще в 1929 г. первым начал заниматься научной разработкой вопросов сварного мостостроения. Этому, конечно, в немалой степени способствовало то, что такой выдающийся мостостроитель, как Патон, заинтересовался тогда еще новым процессом электросварки. Будучи крупным ученым в области мостостроения, Патон смог предвидеть и оценить те большие технико-экономические выгоды, которые принесет использование электросварки при сооружении мостов.

Электросварка в очень небольшом объеме начала применяться в мостостроении примерно с 1928—1929 гг. До 1930 г. было построено примерно 8 мостов со сравнительно небольшими пролетами. Но уже и тогда преимущества этого вида соединений элементов металлоконструкций, заключавшиеся в большой экономичности электросварных конструкций и меньшей зависимости их от размеров и типов сортамента стали, давали все основания широко использовать электросварку в мостостроении.

Специалисты по мостостроению относились к сварке в то время недоверчиво, особенно при анализе работы электросварных соединений мостов на динамическую

⁶⁰ П. Г. Гребельник, Н. Г. Остапенко. Е. О. Патон — инициатор широкого развития электросварки. В «Юбилейном сборнике, посвященном Е. О. Патону». Изд-во АН УССР, 1951, стр. 37.

нагрузку. Это объяснялось главным образом большой жесткостью электросварных соединений по сравнению с клепаными. Кроме того, металл сварного шва, как металл литой, резко отличается от прокатного металла, используемого для мостовых конструкций. Большим недостатком электросварки являлась также неоднородность металла сварного шва, имевшего значительное количество газовых включений и других дефектов.

Как справедливо указывал Патон, эти недостатки, не позволявшие получать сварные соединения без дефектов, в значительной степени зависели от техники сварки того времени.

Е. О. Патон видел, что недостатки, заставляющие весьма осторожно относиться к сварке конструкций, подвергающихся нагрузкам, могут быть устранены, что нужно создать условия, которые обеспечивали бы высокое качество сварочных работ. Для этого нужно было ускорить исследования в области сварки.

Многие опыты Е. О. Патона, начиная с 1930 г., по сравнению сварных и клепаных конструкций, а также исследования по прочности сварных конструкций, производились применительно к комплексу мостовых пролетных строений.

В это время Е. О. Патон опубликовал большое количество работ и пособий, в которых рассматривались наиболее важные и принципиальные проблемы сварки мостов⁶¹.

К созданию научной и технической основы сварного мостостроения Е. О. Патон привлек многих специалистов, и поэтому сварка в мостостроении развивалась на основе не только исследований Института электросварки, но также и исследований других научных учреждений.

В течение 1931—1941 гг. было изготовлено с использованием сварки около 30 железнодорожных пролетных строений и некоторое количество автодорожных, общим весом примерно 2 тыс. т. Естественно, на примере этих первых сварных пролетных строений невозможно было доказать преимущества сварки перед клепкой, так как ка-

⁶¹ Е. О. Патон, Б. Н. Горбунов. Принципы проектирования сварных мостов. «Автогенное дело», 1933, № 4; Е. О. Патон. Мостовые опорные части сварного типа. Изд-во ВУАН, 1932; Е. О. Патон, Б. Н. Горбунов. Сварные мосты. «Строительная промышленность», 1934, № 5.

чество сварных швов, полученных при использовании электродов с тонкими меловыми (стабилизирующими) обмазками, было гораздо ниже качества основного металла⁶².

Начавшееся во второй половине 30-х годов применение электродов с толстыми покрытиями значительно улучшило качество сварных соединений пролетных строений и позволило перейти во многих случаях к постройке цельносварных мостов, т. е. таких, в которых стыки при монтаже осуществлялись электросваркой (конечно, вручную).

Недостатки ручной электросварки, как показала практика постройки и эксплуатации сварных мостовых конструкций, приводили в некоторых сварных мостах, главным образом железнодорожных, к образованию трещин, из-за чего пришлось изъять отдельные мостовые пролетные конструкции из эксплуатации. Но некоторые мосты работали успешно, например построенный в Ленинграде в 1937 г. цельносварной мост им. лейтенанта Шмидта. Надежная эксплуатация цельносварных пролетных строений в период до 1940 г. доказала, с одной стороны, возможность их изготовления и в дальнейшем и, с другой стороны, необходимость проведения научно-исследовательских работ, результаты которых обеспечивали бы широкое внедрение сварки в строительство мостов.

Малоудачным оказалось применение сварки в мостостроении во время Великой Отечественной войны для восстановления разрушенных мостов (сварка была применена в пролетных конструкциях, вес которых составлял более 12 тыс. т). Но в данном случае причиной были обстоятельства, не зависевшие по существу от самой сварки: в условиях военного времени для строительства мостов использовали несоответствующие стали, сварка производилась наспех, отсутствовал надлежащий контроль за производством сварочных работ. Из-за этого в пролетных строениях, изготовленных во время войны, были обнаружены трещины в сварных швах и в основном металле, и строения пришлось снять с эксплуатации. В результате использование сварки при изготовлении мостов, особенно

⁶² В. В. Шеверницкий, Г. В. Жемчужников, С. Л. Мандельберг, В. И. Новиков, С. А. Островская, В. И. Труфяков. Работы Е. О. Патона в области сварного мостостроения. В сб. «Проблемы дуговой и контактной электросварки», Машгиз, 1956.

железнодорожных, фактически было прекращено, так как сварные пролетные строения этих мостов считались ненадежными. Это было закономерно, так как железнодорожные мосты — это весьма ответственные сооружения и к их изготовлению нужно подходить с большой осторожностью.

Недоверию к сварке в области мостостроения в немалой степени способствовал неудачный опыт эксплуатации сварных мостов и за границей (например, в Бельгии и Германии). Это говорило еще и о том, что позаимствовать где-либо опыт тоже не представлялось возможным, так как практика мирового сварного мостостроения была очень невелика.

Мостостроение в послевоенные годы оставалось единственной отраслью строительства, в которой повсеместно применялась клепка.

Для широкого внедрения сварки в мостостроение нужно было провести обширные систематические исследования, которые позволили бы создать научный и технический фундамент для сварного мостостроения.

Способ автоматической сварки под флюсом, разработка которого была закончена в 1939—1940 гг., Е. О. Патон предложил применить на строительстве большого шоссе моста через Днепр в Киеве перед Великой Отечественной войной. Так как в то время еще не было опыта промышленного использования автоматической сварки под флюсом и не была достаточно изучена прочность сварных соединений, выполненных этим способом, то Е. О. Патон принял решение строить мост не цельносварным, а из сварных пролетных блочных строений, смонтированных при помощи клепки.

Это предложение было принято. На заводе металлических конструкций в Днепропетровске под его руководством начали изготавливать элементы пролетных строений моста.

Война задержала осуществление этих планов, и Патону пришлось временно отложить работы в области сварного мостостроения. За годы войны автоматическая сварка под флюсом прошла весьма серьезную проверку. Широкое применение этого вида сварки позволило накопить достаточный производственный опыт.

В послевоенные годы Е. О. Патон с исключительной энергией взялся за разрешение вопросов сварного мосто-

строения. Под его руководством были проведены фундаментальные исследования проблемы сварного мостостроения.

Внедрению сварки в мостостроение в значительной степени способствовало подготовленное по инициативе Е. О. Патона постановление Совета Министров СССР от 31 июля 1946 г. «О применении автоматической сварки в строительстве железнодорожных и шоссеиных мостов с металлическими фермами», в котором предусматривалась постепенная замена клепаных пролетных строений железнодорожных мостов автосварными.

Постановление обязывало Институт электросварки им. Е. О. Патона организовать тщательное наблюдение за изготовлением на заводах сварных пролетных строений мостов и за работой их в эксплуатации, а также развернуть научно-исследовательскую работу в области сварного мостостроения, где в основном предлагалось широко применять автоматическую сварку под флюсом.

Постановление, обязывающее ряд институтов и министерств разрешить проблему сварного мостостроения, предполагало параллельную работу научно-исследовательских институтов и ряда министерств и заводов.

Таким образом, инициатива, проявленная Институтом электросварки в разработке вопросов сварного мостостроения, способствовала вовлечению в эту работу многих исследовательских и проектных учреждений, а впоследствии — заводских и монтажных организаций.

Вскоре был создан Научно-исследовательский институт мостов Министерства путей сообщения при Ленинградском институте инженеров транспорта. Решение проблемы сварного железнодорожного мостостроения явилось одной из главных задач этого института⁶³.

Претворить в жизнь постановление правительства от 31 июля 1946 г. оказалось делом нелегким. Е. О. Патону пришлось вести упорную борьбу с консервативно настроенными мостостроителями, особенно железнодорожниками, опасавшимися применять автоматическую сварку под флюсом при строительстве мостов.

⁶³ И. А. Талашманов, Д. И. Навроцкий, М. С. Подбелло, В. Ю. Шишкин, В. А. Макурин, М. С. Перлис, А. А. Савельев, Ю. П. Сатаев. Цельносварные пролетные строения железнодорожных мостов. В сб. «Проблемы дуговой и контактной электросварки», Машгиз, 1956, стр. 65—82.

По этому вопросу в нашей технической печати развернулась широкая дискуссия, в которой Е. О. Патон совместно со своим ближайшим сотрудником по вопросам сварного мостостроения В. В. Шеверницким принимал самое активное участие⁶⁴. Эта дискуссия была необычной, так как Патон и Шеверницкий убеждали своих противников не словами, а результатами научно-исследовательских работ.

Учтя создавшееся положение с применением автоматической сварки в строительстве мостов, Е. О. Патон наметил широкую программу исследований по всему комплексу сварного мостостроения. Для этого он начал в Институте электросварки систематические исследования прочности сварных конструкций, так как первоочередной задачей было повышение эксплуатационной надежности сварных пролетных строений. На это-то больше всего и «били» противники сварки, это было их «kozyрем».

В разработку вопросов сварного мостостроения Патон вовлек большую часть коллектива Института; многие лаборатории Института работали над этой проблемой.

Комплексные исследования охватывали не только вопросы прочности и конструирования пролетных строений, но и вопросы технологии автоматической сварки под флюсом.

Причинами разрушения сварных мостов, судов и резервуаров являлись: низкое качество стали, из которой были изготовлены сварные конструкции; низкое качество сварных швов, т. е. дефекты, допущенные при изготовлении конструкций; неудовлетворительная конструкция сварных изделий.

Для ликвидации указанных причин и создания условий, которые обеспечивали бы возможность получения надежных сварных пролетных строений мостов, под руководством Е. О. Патона в Институте электросварки была проведена огромная научно-исследовательская и практическая работа. Было доказано, что при авариях сварных мостов в

⁶⁴ Е. О. Патон, В. В. Шеверницкий. О сварных мостах. «Вестник машиностроения», 1948, № 8; Е. О. Патон, В. В. Шеверницкий. Два мнения о сварных мостах. В кн.: «Труды по автоматической сварке под флюсом», 1949, № 5; Е. О. Патон, В. В. Шеверницкий. К организации сварного мостостроения. «Вестник машиностроения». 1949, № 4.

Бельгии и Германии швы разрушались потому, что сталь была хрупкой, без каких-либо следов пластической деформации. Это было одной из главнейших причин аварии.

Основным дефектом сварных мостов, построенных и в нашей стране с использованием ручной электросварки, также являлась (наряду с низким качеством сварки и наличием трещин в сварных швах) хладноломкость стали, из которой изготовлялись мосты. Склонность сварной конструкции к трещинам и хладноломкости в большой степени зависит от качества стали, из которой строятся мосты, ее химического состава и структуры. Существенное влияние оказывали и такие факторы, как низкая температура, при которой эксплуатируются конструкции, условия напряженного состояния (наличие концентраторов напряжений) и т. д.

Применявшаяся для клешаных пролетных строений мостов мартеповская малоуглеродистая кипящая сталь оказалась неудовлетворительной для сварных мостов.

Для определения свариваемости кипящей и спокойной малоуглеродистой мартеповской стали в Институте электросварки под руководством Е. О. Патона были проведены обширные исследования по испытанию на хладноломкость специальных образцов, предложенных сотрудником Института А. Е. Аснисом. Эти испытания проводились А. Е. Аснисом и Б. С. Касаткиным. Испытания на разрыв и на загиб образцов, вырезанных из элементов железнодорожных мостов, сваренных из кипящей и спокойной стали, проводились С. А. Островской и др., испытания на удар образцов, вырезанных из околошовной зоны, — Т. М. Слуцкой, испытания на разрыв при низких температурах специальных образцов со сварными швами — В. В. Шверницким и В. И. Новиковым.

Прежде чем описать результаты этих обширных исследований, хотелось бы отметить одну деталь, характеризующую исключительную оперативность Е. О. Патона. По прошествии всего лишь трех месяцев после принятия Советом Министров СССР Постановления от 31 июля Е. О. Патон уже сумел добиться того, что в Институт электросварки для исследований была прислана сталь пяти плавок спокойной стали и пяти плавок кипящей стали, выплавленных на Metallургическом заводе им. Ильича

в Мариуполе и там же прокатанных в листы различной толщины⁶⁵.

В результате многочисленных и всесторонних испытаний на хладноломкость сталей различных плавок в Институте электросварки было установлено, что для сварных мостов сталь с примесями кремния и алюминия предпочтительнее кипящей стали благодаря меньшей хладноломкости, т. е. меньшей чувствительности к надрезу при низких температурах.

Испытания на разрыв и загиб образцов, вырезанных из элементов железнодорожных мостов, проведенные, помимо Института электросварки, в Московском институте инженеров транспорта, также показали, что спокойная сталь более пригодна для сварных мостов, нежели кипящая. Применение спокойной стали давало возможность уменьшить отрицательное влияние сварки на пластичность сварного соединения.

Испытания на удар образцов, вырезанных из околосшовной зоны, показали, что пластические свойства спокойной стали под воздействием сварки снижаются меньше, чем у кипящей стали. В результате сварки в свариваемом металле вблизи сварного шва появляется зона пониженной пластичности, граничащая с металлом, не тронутым сваркой. Ширина этой зоны находится в зависимости от теплового режима сварки, а также от типа стали. Было установлено, что явления, происходящие в этой зоне под воздействием сварочного нагрева, аналогичны явлению старения, что и дало основания назвать ее зоной старения.

Испытания на разрыв при низких температурах различных образцов, в том числе и крупных, приближающихся по своим размерам к эксплуатируемым сварным узлам, показали, что влияние сварки на пластичность соединения незначительно, если применять спокойную сталь, специальную марганцовистую проволоку и флюс марки АН-348, а также выбирать соответствующую технологию сварки.

Результаты этих исследований в лабораторных условиях, а также производственная проверка в значительных масштабах позволили Е. О. Патону рекомендовать для повышения качества ответственных сварных конструк-

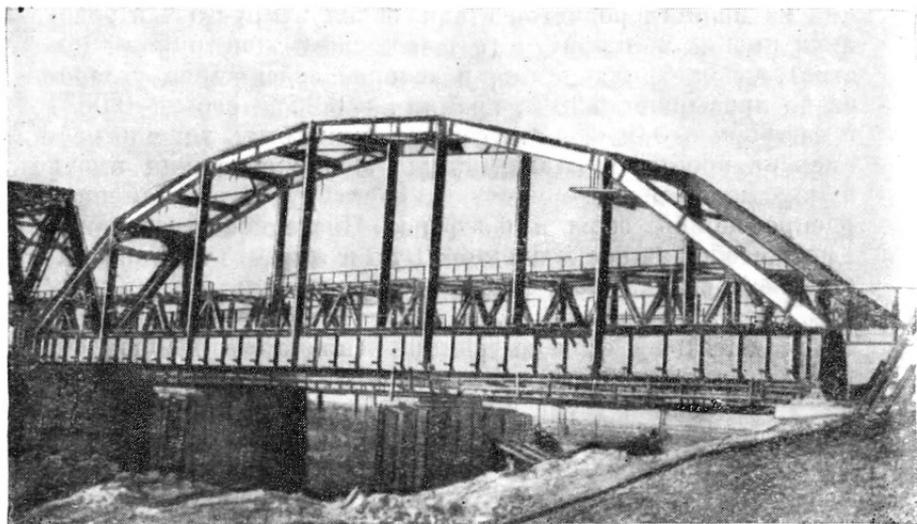
⁶⁵ А. Е. Аснис, Б. С. Касаткин. Малоуглеродистая сталь для сварных мостов. «Труды Всесоюзной конференции по автоматической сварке под флюсом». Изд-во АН УССР, 1948, стр. 97.

ций из малоуглеродистой стали, эксплуатируемых в условиях низких температур (в том числе и конструкций мостов), успокоенную сталь, в которой содержание углерода не превышает 0,20%, кремния — 0,25%, серы — 0,05% и фосфора — 0,045%. Эта сталь должна быть хорошо раскислена кремнием и алюминием, а также должна иметь однородную мелкозернистую структуру и равномерное распределение серы и фосфора. Последнее требование имеет особо важное значение. Дело в том, что при автоматической сварке под флюсом свариваемый металл расплавляется на гораздо большую глубину, чем при ручной сварке. Поэтому, если на границе основного и расплавленного металла наблюдается скопление включений сернистых соединений (сульфидных строчек), то при затверждении металла сварного шва это приведет к образованию трещин. Кипящая сталь значительно чаще имеет резко выраженные сульфидные строчки, чем спокойная сталь. Кроме того, успокоенная сталь для ответственных изделий должна хорошо сопротивляться старению.

Разработанная в результате этих исследований марка стали позволяла свести к минимуму образование трещин в сварных швах.

На основании результатов указанных исследований были разработаны технические условия и проект ГОСТа на сталь для ответственных сварных конструкций. Для практической проверки ее пригодности в 1948 г. на двух металлургических заводах изготовили несколько сот тонн стали для опытного сварного моста. В том же году под руководством Е. О. Патона на Днепропетровском заводе металлических конструкций были изготовлены при помощи автоматической сварки под флюсом элементы опытного 77-метрового железнодорожного моста. В результате строжайшего и намеренно придирчивого осмотра 500 м сварных швов моста не было обнаружено ни одной трещины. Это пролетное строение в 1949 г. было установлено на действующей железнодорожной линии Киев — Москва через р. Снежить⁶⁶. В суровую зиму 1949/50 г. мост был подвергнут чрезвычайно жестким вибрационным испытаниям и успешно их выдержал. После этого мост был сдан в эксплуатацию, которая продолжается и до сих пор.

⁶⁶ Е. О. Патон. Успехи в развитии автоматической сварки под флюсом за последние 2—3 года. «Автогенное дело», 1950, № 11, стр. 4.



Опытный цельносварной железнодорожный мост, построенный под руководством Е. О. Патона

Положительные результаты, полученные при испытании опытного пролетного строения, послужили основанием для изготовления целой серии сварных пролетных строений с расчетными пролетами 55—77 м; эти строения были установлены на железнодорожных мостах в различных районах СССР и эксплуатируются до сих пор, причем за время эксплуатации никаких дефектов в сварных соединениях не обнаружено.

Это была крупная победа на трудном и весьма ответственном фронте. В 1950 г. Е. О. Патон писал: «Нужно сказать, что почти четыре года тому назад, когда наш Институт впервые в Союзе выступил с предложением о выборе улучшенной стали для сварных конструкций, оно было встречено в штыки некоторыми работниками Министерства металлургической промышленности. Им вторили некоторые сварщики. Они говорили, что Институт ратует за улучшенную сталь потому, что он не может разработать такую технологию сварки, которая обеспечила бы хорошее качество конструкций при любом качестве стали. Нужно, мол, сварку приспособить к стали, а не сталь к сварке.

Теперь времена переменились. Металлурги поняли, что хорошая свариваемость — это одно из основных требований, которым должна отвечать сталь.

Разработка стали „Ст. 3 для сварных мостов“ — это только первый шаг. Сварщикам совместно с металлургами нужно много и упорно работать над проблемой выпуска хорошо сваривающихся сталей. Эта задача становится особенно актуальной в связи с широким внедрением низколегированных конструкционных сталей во многих отраслях промышленности»⁶⁷.

Это была победа не только Е. О. Патона, но и всех сварщиков страны.

Уже в 1950 г. при помощи автоматической сварки изготовлялось около 3 тыс. т мостовых конструкций. Ряд металлургических заводов выпускал спокойную сталь для сварных мостов. К началу 1956 г. из этой стали было изготовлено свыше 20 тыс. т сварных пролетных строений железнодорожных и автодорожных мостов.

На улучшенную (спокойную) сталь, предложенную Институтом электросварки⁶⁸ (сталь марки «Ст. 3 для сварных мостов»), был утвержден ГОСТ. В настоящее время эта сталь известна под маркой М16С.

В самом начале 50-х годов, помимо Института электросварки и Днепропетровского завода металлоконструкций, проектированием и изготовлением сварных пролетных мостовых строений стали заниматься Министерство путей сообщения, НИИ мостов при ЛИИЖТ, Лентрансмостпроект и многие мостовые заводы.

Е. О. Патон понимал, что для получения надежных сварных пролетных строений мостов, кроме улучшения стали, необходимо разработать технологию автоматической сварки под флюсом. Магистральной линией развития сварного мостостроения ученый считал наиболее широкое использование автоматической сварки под флюсом⁶⁹.

⁶⁷ Е. О. Патон. Успехи в развитии автоматической сварки под флюсом за последние 2—3 года. «Автогенное дело», 1950, № 11, стр. 4.

⁶⁸ Е. О. Патон, В. В. Шеверняцкий. Сталь для сварных мостов. В кн.: «Труды по автоматической сварке под флюсом», 1949, № 6.

⁶⁹ Е. О. Патон. О сварных мостах. «Труд», 17.IV 1945 г.; его же. К вопросу о сварных железнодорожных мостах. В кн. «Сборник трудов по автоматической сварке под флюсом», 1948.

Нужно было установить предельное содержание примесей в металле сварного шва, при котором не образовались бы горячие трещины при сварке (трещины, образующиеся при затвердевании металла сварного шва). Эти трещины очень коварны, так как зачастую они остаются незамеченными при осмотре швов на соединенных сваркой изделиях, впоследствии же, под действием эксплуатационных нагрузок, они развиваются и могут привести к авариям.

Одними из первых на это явление обратили внимание сотрудники Института электросварки Б. И. Медовар, И. И. Фрумин, С. А. Островская, Д. М. Рабкин, А. Е. Аснис, Б. С. Касаткин и др. Они провели широкие эксперименты в этой области⁷⁰.

Ценные исследования, определившие условия образования горячих трещин, были проведены также в ЦНИИТМАШ (К. В. Любавский, В. А. Торопов и др.), в МВТУ им. Баумана (Н. Н. Прохоров, С. А. Куркин, Н. В. Шиганов, К. В. Багрянский, Ю. И. Казеннов и др.) и в других организациях⁷¹.

Опыты, поставленные в Институте электросварки, показали, что марганец является полезной примесью, в то время как сера, фосфор, углерод и кремний способствуют образованию трещин. При регламентировании химического состава улучшенной спокойной мостовой стали результаты этих исследований имели первостепенное значение.

Было ясно, что избежать образования трещин в сварных швах мостовых конструкций, даже изготовленных из

⁷⁰ Г. А. Николаев. Прочность сварных конструкций. В сб.: «Проблемы дуговой и контактной электросварки», Машгиз, 1956, стр. 29—38; Б. И. Медовар. Сварка хромоникелевых сталей. Изд. 2, Машгиз, 1958; его же. К вопросу о природе горячих трещин в сварных швах. «Автоматическая сварка», 1954, № 4; его же. О механизме образования горячих трещин при сварке аустенитной хромоникелениобиевой стали. В сб. «Проблемы дуговой и контактной электросварки», Машгиз, 1956; Д. М. Рабкин, И. И. Фрумин. Причины образования горячих трещин в сварных швах. «Автоматическая сварка», 1952, № 2(11).

⁷¹ К. В. Любавский, В. А. Торопов. К вопросу о причинах образования горячих трещин при дуговой сварке аустенитных сталей. В сб. «Проблемы дуговой и контактной электросварки», Машгиз, 1956; Н. Н. Прохоров. Горячие трещины при сварке. Машгиз, 1952; Ю. И. Казеннов. Горячие трещины при ручной электродуговой сварке стали IX18H9. «Автоматическая сварка», 1953, № 4.

улучшенной мостовой стали, можно только при использовании соответствующих флюсов и электродной проволоки.

Применявшийся в то время флюс марки АН-3 оказался непригодным: при автоматической сварке под этим флюсом в швах обнаруживались горячие трещины и пористость в случае загрязнения поверхности свариваемых кромок ржавчиной и другие дефекты. В Институте электросварки под руководством Е. О. Патона был создан флюс АН-348А.

Оказалась непригодной и электродная проволока из малоуглеродистой стали с содержанием марганца. В Институте электросварки была разработана электродная проволока с повышенным содержанием марганца (до 1,1%). Сейчас эта проволока известна под маркой Св-08ГА.

Для того чтобы в широких масштабах использовать автоматическую и полуавтоматическую сварку под флюсом при изготовлении пролетных строений мостов, нужна была простая и надежная аппаратура. И она также была создана.

Развитие цельносварного мостостроения долгое время задерживалось из-за отсутствия способов монтажа при помощи автоматической сварки. Ручная электросварка, как известно, не обеспечивает однородных по качеству сварных швов, какие может дать автоматическая сварка. В условиях монтажа это проявляется в еще большей степени. Монтажная сварка обычно производится под открытым небом, и атмосферные условия (снег, дождь, ветер, низкая температура и т. д.) отрицательно влияют на работу сварщиков, сильно снижают качество монтажной сварки и затрудняют проведение сварочных работ. Кроме того, в условиях монтажа трудно устанавливать свариваемые элементы в удобное для сварки положение. Все это приводило к резкому снижению качества сварных швов.

В заводских условиях изготавливались цельносварными только пролетные строения сравнительно небольших размеров, которые транспортировали к месту монтажа, где их соединяли в одно целое при помощи клепки. Это не давало возможности полностью использовать преимущества, которые могут быть получены от применения электросварки. Так, вес сварного пролетного строения с клепаными монтажными узлами примерно на 8—10% меньше

клепаного, а вес цельносварного моста — на 20—25% меньше клепаного.

Громадная работа Е. О. Патона в области механизации сварочных работ в монтажных условиях привела к созданию способа сварки вертикальных швов с принудительным формированием. Этот способ сразу же нашел широкое применение при монтаже мостов для сварки стыковых швов стенок. Только после разработки Институтом электросварки им. Е. О. Патона этого способа сварки осуществление автоматической монтажной сварки стало реальным.

Многое было сделано Е. О. Патонем и для изыскания рациональных конструктивных форм сварных мостов. Под его руководством был создан ряд оригинальных типов пролетных строений⁷². Ученый стремился к тому, чтобы в этих сварных конструкциях было как можно меньше сварных соединений и чтобы располагались они в местах, удобных для сварки в монтажных условиях.

С целью уменьшения объема сварочных работ в крайне невыгодных по многим технико-экономическим соображениям монтажных условиях была принята (после разработки многих типов цельносварных ферм) конструкция пролетных строений, которая состояла из крупных блоков. Такие блоки при помощи автоматической сварки изготовлялись в заводских условиях, а потом на железнодорожных платформах транспортировались к местам сооружения мостов. Это отвечало основному требованию индустриализации строительства: укрупнить монтажные элементы и выполнять возможно больший объем работ в заводских условиях, что обеспечивает более высокую производительность и лучшее качество. Поэтому Е. О. Патон в своих исканиях цельносварной конструктивной формы моста, идя по пути перехода к крупноблочной конструктивной форме, позволяющей полностью исчерпать монтажные достоинства крупного блока (разумеется, с учетом реально возможной транспортировки), сделал логически обоснованный шаг вперед в мостостроении.

⁷² Е. О. Патон, В. В. Шверницкий, Л. Г. Голин. Рациональные типы цельносварных железнодорожных мостов. «Вестник машиностроения», 1949, № 5; Е. О. Патон. К цельносварным системам мостовых ферм. «Автоматическая сварка», 1951, № 6.

Под руководством Е. О. Патона группа сотрудников Института электросварки (В. В. Шеверницкий, Г. В. Жемчужников, В. И. Новиков, В. И. Труфяков) провела обширные исследования прочностных характеристик всех основных типов сварных соединений, применяемых в конструкции пролетных строений мостов (соединения с поперечными, продольными и комбинированными швами, различные способы прикрепления ребер жесткости к стенкам и поясам балок, всевозможные способы присоединения фасонки к поясам сплошных ферм и т. д.). Было определено влияние на статическую прочность сварных соединений концентраторов напряжений, особенно при низких температурах⁷³.

Значение многих работ Е. О. Патона в области сварного мостостроения выходит за рамки мостостроения.

На основе исследований прочности сварных конструкций, проведенных в Институте электросварки, были спроектированы и изготовлены почти все ответственные сварные конструкции, выполненные в нашей стране.

С самого начала своей деятельности в области сварочной техники — при изучении свойств сварных соединений в зависимости от технологического процесса сварки и в дальнейшем, когда разрабатывались способы автоматической сварки с целью замены ручной электросварки, Е. О. Патон непрерывно боролся за повышение прочности сварных конструкций.

Коллектив Института электросварки, руководимый Патоном, одним из первых возглавил экспериментальные исследования распределения напряжений в сварных соединениях и конструкциях, а также исследования прочности сварных конструкций при различных видах нагрузок. Испытания конструкций, проведенные в 30-х годах в Институте электросварки под руководством Е. О. Патона (Б. Н. Горбунов, В. В. Шеверницкий, Н. И. Козловский и др.), а также в ЦНИИСе под руководством Г. А. Николаева (И. А. Моисеев, В. И. Возняк и др.), дали возможность получить исчерпывающие сравнительные показатели прочности при статической и ударных нагрузках

⁷³ В. В. Шеверницкий, В. И. Новиков, Г. В. Жемчужников, В. И. Труфяков. Статическая прочность сварных соединений из малоуглеродистой стали. Изд-во АН УССР, 1951.

сварных и клепаных балок, сопряжений балок, клепаных и сварных ферм и т. д.

На основе результатов этих экспериментов электросварку стали применять при изготовлении ответственных конструкций. В качестве примера можно указать, что в 1935 г. по проекту Г. А. Николаева был построен сварной мост пролетом 45 м, в то время как крупнейший пролет моста в США через водопад в Чокопе имел длину 42 м.

Большое значение для развития сварочной науки и техники имело и имеет проведенное в Институте электросварки под руководством Е. О. Патона изучение образующихся в процессе сварки собственных напряжений в конструкциях. К этой тематике следует отнести ценные исследования Б. Н. Горбунова, Д. И. Берштейна, В. В. Шверницкого и др., давшие возможность отказаться от рекомендации чрезмерно трудоемкой термической обработки (высокого отпуска) элементов мостовых пролетных строений.

Как всегда, Е. О. Патон стремился к комплексному решению задач. Поэтому и в данном случае он указывал на то, что бороться с местными напряжениями можно путем составления тщательно продуманного проекта сварной конструкции и строгого контроля за ее изготовлением.

Следует отметить также выполненные под руководством Е. О. Патона исследования общих деформаций, происходящих при сварке (Б. Н. Горбунов, Д. И. Берштейн и др.). Эти исследования дали возможность установить параметры, определяющие общие деформации конструкций при сварке.

Накопленный экспериментальный материал явился для Е. О. Патона основой для разработки рациональных методов проектирования и изготовления сварных конструкций вообще и мостовых в частности.

Комплексный подход к разрешению поставленной проблемы является характерной чертой исследований, проводившихся Е. О. Патоном.

Результаты обширных исследований и имеющаяся уже практика работ по освоению сварного мостостроения дали возможность приступить к постройке в Киеве огромного цельносварного автодорожного моста через Днепр, который по праву называется детищем Е. О. Патона.



Цельносварной мост им. Е. О. Патона в Киеве

Уникальность этого цельносварного сооружения заключалась прежде всего в его размерах. Это — крупнейший мост в Европе. Он имеет 20 пролетов по 58 м между опорами и 4 судоходных пролета (на главном русле реки) по 87 м между осями опор. Общая длина моста — 1542 м с общим весом пролетных строений 10 000 т.

Вторая отличительная особенность моста — то, что он цельносварной. В основу проекта был положен индустриальный метод, по которому были изготовлены крупноблочные элементы. Это давало возможность максимально использовать автоматическую и полуавтоматическую сварку под флюсом. Самое же главное — на строительстве этого моста была впервые применена автоматическая вертикальная сварка монтажных стыков. Свыше 84% всех заводских и монтажных швов были выполнены автоматической и полуавтоматической сваркой под флюсом (поперечные балки и продольные связи изготовлялись автоматами на заводе). При сварке же главных ферм эта цифра была еще выше: 97% для заводских швов и 88% для монтажных.

Кроме Института электросварки им. Е. О. Патона в постройке моста принимали участие многие проектные и монтажные организации, в том числе «Проектсталконструкция» и завод металлических конструкций им. Бабушкина в Днепропетровске. Е. О. Патон принимал самое непосредственное участие во всех проектных и строительных работах и сумел объединить все организации, участвующие в постройке моста.

Исключительными были и сроки монтажа пролетных строений: он начался в апреле 1952 г. и закончился в августе 1953 г. Сварочные работы производились во все времена года. Трудоемкость выполнения сварных монтажных стыков составила 4,17 чел.-часа на 1 т конструкций вместо 13,5 чел.-часа на 1 т клепаной конструкции.

Подготовку, строительство и монтаж этого уникального сооружения ученый осветил в работе, написанной совместно со своими сотрудниками⁷⁴.

Движение по этому мосту было открыто через три месяца после смерти ученого. Решением правительства мосту было присвоено имя Е. О. Патона. В этом исключительном сооружении как бы слились две стороны жизни талантливого ученого — Патона-мостовика и Патона-сварщика.

Е. О. Патон видел, что переход от клепаных мостов к мостам, построенным с помощью автоматической сварки, дает огромный экономический эффект. Это и заставило ученого вложить так много сил и энергии в решение данной проблемы.

Применение сварки взамен клепки при изготовлении железнодорожных и автодорожных мостов позволяет на 20—30% сокращать расход металла (главным образом благодаря отсутствию в сварных конструкциях заклепочных отверстий), на 10—25% уменьшать трудоемкость изготовления, значительно сокращать цикл производства работ и упрощать процесс изготовления. Применение сварки открывает широкие возможности для создания различных конструктивных форм с наиболее рациональным распределением металла, используя для этого в качестве основного материала не фасонный прокат в виде уголков, швелле-

⁷⁴ Е. О. Патон, Д. П. Лебедь, Е. Н. Радзевич и др. Применение автоматической сварки при строительстве большого городского цельносварного моста. Изд-во АН УССР, 1954.

ров и двутавров, а листовой прокат. Кроме того, динамические характеристики и упругие свойства сварных мостов сохраняются неизменными во все время работы мостов, тогда как заклепочные соединения с течением времени под действием повторных знакопеременных нагрузок расплываются, а это приводит к возникновению остаточных деформаций и провисанию ферм. По сравнению с клепаными мостами сварные мосты имеют повышенную антикоррозийную стойкость.

Исключительная роль Е. О. Патона в решении вопросов сварного мостостроения неоднократно отмечалась в нашей печати. Так, Г. К. Евграфов, указывая на наиболее широкое применение электросварки в мостостроении, начавшееся после второй мировой войны, прямо указывает, что этим мы обязаны в первую очередь целеустремленной деятельности Е. О. Патона и руководимого им Института⁷⁵.

Комплексные исследования вопросов сварного мостостроения, проведенные под руководством Е. О. Патона, позволили в последние годы жизни ученого создать научно-техническую базу для широкого перехода в мостостроении от клепаных конструкций к цельносварным. Таким образом, работами Е. О. Патона и его сотрудников, была создана наука о сварном мостостроении. Ныне в нашей стране построены и успешно эксплуатируются десятки мостов, сваренных автоматами.

⁷⁵ Г. К. Евграфов. Мосты на железных дорогах. Трансжелдориздат, 1955, стр. 31.

IV

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Е. О. Патон следовал замечательной традиции передовых ученых нашей страны — сочетать научную и практическую деятельность с педагогической. Как у лучших людей отечественной науки, педагогическая деятельность была его органической потребностью, без нее он не мыслил действительно творческой работы; часто педагогическая работа приводила к решению новых научных проблем. Поэтому за время своей более чем полувековой педагогической работы Патон неизменно проводил идею неразрывной связи преподавания с инженерной и научно-исследовательской деятельностью. Лишь единство научной, преподавательской и инженерной работы, по мнению Патона, могло служить основой для плодотворной работы.

В своих «Воспоминаниях» он пишет: «Мне всегда были чужды преподаватели, из года в год уныло входящие на кафедру без внутренней убежденности, без творческого подъема, преподносившие слушателям одни и те же сведения, почерпнутые ими из старинных учебников, не участвовавшие ни в научной разработке, ни в практическом решении излагаемых ими вопросов. Для того чтобы с пользой учить других, необходимо прежде всего непрерывно учиться самому. Кто не понимает этого, готовит себе тяжелый удел. Он будет сброшен, сметен с не терпящей застоя дороги науки»¹.

Предъявляя высокие требования к преподаванию в высшей школе, Патон был исключительно требователен прежде всего к самому себе. Он всегда с особой тщательностью готовился к каждой лекции, даже по курсу, который он читал уже многие годы. Его трудолюбию можно было

¹ Е. О. Патон. Воспоминания, стр. 32.

позавидовать. Он не только составлял подробные конспекты, но часто записывал и содержание лекций (для себя, конечно). К каждой лекции он привлекал новый материал из новейших исследований и инженерной практики. Во время лекций он делился со студентами своими мыслями и исканиями, стараясь вовлечь их в обдумывание и решение новых проблем и вызывая живой обмен мнениями.

Он был очень строг и требователен на экзаменах и заранее предупреждал, что лентяям поблажек не будет.

«Я не искал дешевой популярности у студентов, не стремился произвести на них впечатление апломбом. Нет, мне хотелось другого: чтобы студенты дорожили занятиями со мной, чтобы на лекциях получали то, чего нельзя найти в учебниках», — так пишет Е. О. Патон².

Он воспитывал у своих слушателей и учеников мысль о том, что учеба — это великий труд, это упорное стремление к достижению намеченной цели.

Основная педагогическая работа Е. О. Патона началась в конце прошлого века в только что открытом Московском инженерном училище ведомства путей сообщения. Училище было организовано в то время, когда в России началось бурное железнодорожное строительство. Однако для строительства путей сообщения в стране не хватало специалистов-путейцев. Крайне ограниченный выпуск инженеров Петербургским институтом путей сообщения (не более 50 человек в год) не мог удовлетворить возросший спрос.

Московскому инженерному училищу было предоставлено право давать своим воспитанникам после окончания ими трехгодичного курса училища и прохождения установленной двухгодичной практики звание инженера-строителя, правда, с правами, несколько ограниченными по сравнению с правами выпускников Петербургского института путей сообщения.

Инженерам-строителям, окончившим Московское училище, предоставлялось право получать звание инженера путей сообщения, если они выдержат при Институте путей сообщения дополнительное испытание.

Директором Московского инженерного училища был назначен инспектор и ординарный профессор Петербургского института путей сообщения Ф. Е. Максименко, а

² Там же.

инспектором — профессор Петербургского института путей сообщения Л. Д. Проскуряков. Они стремились привлечь к преподавательской деятельности в своем училище наиболее талантливых и энергичных людей.

В сентябре 1897 г. Е. О. Патон был назначен преподавателем Московского инженерного училища и помощником заведующего механической лабораторией (т. е. помощником Проскурякова, который заведовал этой лабораторией).

В Московском инженерном училище с самого начала его деятельности педагогическую работу вели: Б. К. Млодзеевский (высшая математика) — экстраординарный профессор Московского университета; П. Н. Лебедев (физика) — сверхштатный лаборант физической лаборатории Московского университета, доктор естественной философии Страсбургского университета; С. А. Чаплыгин (статика и теоретическая механика) — преподаватель МВТУ; А. А. Эйхенвальд (физика и электротехника) — инженер путей сообщения и доктор естественной философии Страсбургского университета; И. А. Каблуков (химия) — приват-доцент Московского университета, доктор химии, и другие³.

Директор училища профессор Ф. Е. Максименко читал курс гидравлики.

Кроме Максименко, Проскурякова и Патона, в первые годы деятельности Училища в нем работали и другие профессора и питомцы Петербургского института инженеров путей сообщения: К. Ю. Цеглинский, Д. Н. Головнин, А. А. Алексеев, Е. А. Гибшман и другие.

В качестве помощника Проскурякова Патон в течение двух лет проводил занятия со студентами второго курса по дисциплине «Мосты» и по строительной механике (теоретические курсы читал Л. Д. Проскуряков). Кроме того, он занимался со студентами испытанием материалов в механической лаборатории.

В сентябре 1898 г. Патон был назначен профессором-наблюдателем третьего курса и руководителем студентов, составляющих проекты железных, деревянных и каменных мостов, а в сентябре 1899 г. начал читать на этом же курсе лекции по мостам⁴.

³ ЦГИАЛ, ф. 231, оп. 1, д. 1552, л. 9—63, 1899.

⁴ ЦГИАЛ, ф. 231, оп. 1, д. 1552, л. 62, 1899; ф. 25, оп. 1, д. 3441, л. 13, 1905—1914.

На преподавание двух указанных курсов в Училище обращалось особое внимание, так как они считались ведущими инженерными предметами.

В Московском инженерном училище началась и научная деятельность Е. О. Патона. С 1899 г. он проводил многочисленные измерения напряжений, вызываемых вертикальной нагрузкой в горизонтальных и вертикальных связях мостовых пролетных конструкций. Полученные результаты были опубликованы в «Журнале Министерства путей сообщения».

В мае 1901 г. на заседании совета Института инженеров путей сообщения Е. О. Патон защитил диссертацию на тему: «Расчет ферм с жесткими соединениями». Он был допущен к защите с освобождением от адъюнктского экзамена. Его официальными оппонентами были профессора Л. Ф. Николаи и С. К. Куницкий.

После того как диссертант прочел пробную лекцию на тему «О фермах с наклонными опорами», он был утвержден в звании адъюнкта Института⁵.

Получение Патонам ученой степени адъюнкта позволило с сентября того же года назначить его экстраординарным профессором по кафедре мостов Московского инженерного училища и инспектором того же училища (в этой должности он состоял до перехода на работу в Киевский политехнический институт).

Московское инженерное училище считалось одним из лучших высших учебных заведений страны, чему в большой степени способствовала высокая квалификация профессорско-преподавательского состава. (В 1913 г. это училище было преобразовано в Московский институт инженеров путей сообщения, существующий и в настоящее время.)

С 1904 г. начинается педагогическая деятельность Е. О. Патона в Киевском политехническом институте (КПИ).

Чтобы охарактеризовать Е. О. Патона к моменту его перехода в КПИ, приведем выдержку из письма директора КПИ профессора К. Зворыкина от 26 апреля 1905 г. на имя товарища министра финансов по учреждениям торговли и промышленности.

⁵ А. М. Ларионов. История Института инженеров путей сообщения за первое столетие его существования. СПб., 1910, стр. 312.

По поводу замещения одной из вакантных кафедр по строительному искусству (по отделу мостов и архитектуры) Зворыкин сообщал, что Инженерное отделение Института выдвинуло кандидатом для замещения этой кафедры экстраординарного профессора и бывшего инспектора Московского инженерного училища Е. О. Патона, избранного на эту должность 14 октября 1904 г. единогласно.

«Из прилагаемого при этом краткого жизнеописания и перечня ученых трудов,— писал К. Зворыкин,— Ваше превосходительство изволите усмотреть, что г. Патон, имея степень адъюнкта Института путей сообщения, обладает всеми условиями, требующимися от лица для замещения упомянутой кафедры. Он в совершенстве владеет как теоретическими познаниями в области строительного искусства, так равно и обширной опытностью в производстве строительных работ. По отзыву одного из наших профессоров, разбиравших труды г. Патона, последний „является одним из лучших наших специалистов по мостам, выдающимся представителем новой школы мостовиков“.

Совет, выслушав представление Инженерного отделения, большинством голосов избрал г. Патона для замещения вакантной кафедры..., причем, ввиду выдающихся заслуг в области строительного искусства, Совет КПИ постановил ходатайствовать о назначении Е. О. Патона ординарным профессором с 1-го июля 1905 г.»⁶.

К этому времени Е. О. Патон имел уже восьмилетний стаж педагогической работы, а его инженерная деятельность выражалась в составлении проектов мостов и других сооружений, в наблюдении за постройкой мостов и т. п.

Кроме того, у молодого профессора было уже 15 печатных работ, в том числе два тома труда «Железные мосты».

С приходом Патона в КПИ постановка занятий на инженерном факультете резко изменилась. В сентябре 1906 г. он был назначен деканом этого факультета. За работу он взялся энергично: занялся организацией новых кафедр, куда пригласил опытных профессоров, оборудованием инженерного музея⁷.

Крупнейшим отделом музея не только в России, но,

⁶ ЦГИАЛ, ф. 25, оп. 1, д. 3441, л. 2, 1905—1914.

⁷ Киевский политехнический институт. 25 лет КПИ (1898—1923). Юбилейный сборник, 1924, стр. 34.

очевидно, и во всем мире был отдел мостов, которым руководил Патон. В отделе мостов были представлены модели наиболее типичных соединений различных элементов деревянных и железных мостов и конструкций характерных узлов и деталей мостов, а также модели оборудования и другие материалы по всему комплексу мостостроения.

Кроме того, в отделе имелось более 150 фотографий уникальных отечественных и зарубежных мостов⁸, многие из которых были пожертвованы музеем Е. О. Патоном.

Экспонаты музея, в частности экспонаты отдела мостов, имели большое значение для подготовки отечественных мостостроителей. Через несколько лет экспозиция по мостостроению была передана музеем КПИ Московскому институту инженеров путей сообщения.

Е. О. Патон считал наглядность исключительно важным элементом преподавания. Для глубокого понимания основ производства он знакомил студентов с реальными промышленными объектами. Созданная по его инициативе первая в нашей стране учебная модель моста давала возможность исследовать условия работы главных узлов пролетных строений и выяснять нужные данные для разработки и уточнения способов расчета этих узлов. Занятия в музее и в лабораториях органически дополняли теоретический курс и способствовали тому, что студенты занимались научно-исследовательскими работами.

Чтобы расширить знания студентов, Е. О. Патон часто проводил для них экскурсии на заводы и стройки и нередко сам руководил этими экскурсиями.

Будучи сам всегда тесно связан с производством, Патон был противником книжного преподавания. Поэтому он настоятельно рекомендовал (и сам проводил это в жизнь) вводить студентов с первого курса в производственную обстановку, заставляя их работать в учебно-производственных мастерских.

Он был одним из ярых приверженцев введения реального дипломного проектирования и делал очень многое в этом направлении: при выборе тем для дипломных проектов он непосредственно связывался с заинтересованными учреждениями и на основании полученных данных состав-

⁸ Каталог Инженерного музея КПИ. Составлен в 1910 г. Киев, 1910 (оттиск из «Известий КПИ»).

лял перечень производственных тем с краткими их характеристиками и собственными рекомендациями и пояснениями.

Выполненные студентами под его руководством реальные дипломные проекты оказали большую помощь в восстановлении мостов, разрушенных во время первой мировой войны и гражданской войны.

Позднее, когда Е. О. Патон стал заниматься вопросами сварки, он весьма рационально использовал реальное дипломное проектирование для скорейшего внедрения в производство результатов научно-исследовательских работ, т. е. для сокращения сроков освоения новой техники. Осуществлялось это таким образом. Студенты выполняли дипломные проекты по тематике, связанной с новыми способами сварки, которые разрабатывались исследовательскими организациями. Это заставляло их принимать непосредственное участие в разрешении требуемой задачи. Молодой специалист после защиты дипломного проекта направлялся на работу на предприятие, для которого разрабатывалась эта тема, и руководил там реализацией результатов исследования.

Реальное дипломное проектирование не только способствовало улучшению качества подготовки молодых специалистов и получению ими глубоких и прочных знаний, но помогало также внедрению новой техники⁹. При такой постановке учебного дела молодые инженеры получали глубокие и прочные теоретические и практические знания.

В 1921 г., в ознаменование 25-летней педагогической деятельности Е. О. Патона, при инженерном факультете КПИ были организованы станция и лаборатория имени проф. Е. О. Патона. Перед ними стояли большие задачи по проведению теоретических и экспериментальных исследований мостов, испытаний мостов, руководству студентами-практикантами¹⁰.

Кафедрой мостов в КПИ Е. О. Патон руководил четверть века — до 1929 г. По его инициативе в 1935 г. в КПИ

⁹ Е. О. Патон, Г. В. Раевский. Разработка дипломных проектов по заданию производства. «Вестник высшей школы», 1949, № 9, стр. 47—48.

¹⁰ Киевский политехнический институт. 25 лет КПИ (1898—1923). Юбилейный сборник, 1924, стр. 38.

была организована кафедра сварки. В короткий срок были разработаны учебные программы и методические указания для сварочной специальности, оборудованы сварочные лаборатории. В 1947 г., также по инициативе Е. О. Патона, в связи с постановлением Совета Министров СССР от 9 июня 1947 г. о широком внедрении автоматической сварки в промышленность, в КПИ был организован сварочный факультет.

Работа кафедры сварки, а также сварочного факультета, проходившая под руководством Патона, была тесно связана с решением самых насущных производственных задач.

Большую работу проводил Е. О. Патон по воспитанию специалистов в области металлических конструкций. В организованном им студенческом инженерном кружке при Киевском политехническом институте, в который он вовлекал талантливую молодежь, была воспитана плеяда научных сотрудников. Со многими из них Е. О. Патон проводил потом свои исследовательские работы. Из числа его учеников и сотрудников вышел большой отряд известных деятелей отечественной науки и техники; среди них академик АН УССР К. К. Симинский, академик АН УССР Н. В. Корноухов, член-корреспондент АН УССР Б. Н. Горбунов и многие другие крупные инженеры, профессора высших учебных заведений, научные работники.

В одном направлении — разработке рациональных конструкций сварных мостов с Е. О. Патонам работал Г. А. Николаев, ныне член-корреспондент Академии строительства и архитектуры, заслуженный деятель науки и техники. Е. О. Патон оказал большое влияние на творческий путь этого известного ученого.

Созданию учебников и учебных пособий, необходимых для подготовки специалистов-мостостроителей, Патон уделял чрезвычайно много внимания. В 1902—1904 гг. вышел в свет первое издание его капитального, широко известного труда по курсу «Железные мосты» (первый и второй тома), выдержавшего впоследствии пять изданий.

Издание курса «Железные мосты» было большим событием в отечественном мостостроении, так как автор задался целью изложить его, «не касаясь устаревших приемов расчета и конструкций».

В основу расчета усилий в элементах сквозных ферм Е. О. Патонам был положен способ инфлюэнтных линий,

изобретенных Винклером ¹¹ и Френкелем ¹². В России этот метод получил широкое распространение после того как аналитический способ расчета ординат инфлюэнтных линий был впервые применен Л. Д. Проскуряковым.

Сложный комплекс вопросов строительства железных мостов рассмотрен обстоятельно, с указанием преимуществ или недостатков тех или иных конструктивных решений, применяемых материалов и методов изготовления.

Критически проанализировав на основе уже достаточно богатой практики использование многораскосных ферм для целого ряда конкретных случаев, Е. О. Патон смело делает заключение по этому вопросу: «Принимая во внимание крупные недостатки многораскосных ферм, следует безусловно избегать их применения на практике. К этому убеждению уже давно пришли многие немецкие и другие инженеры.

В России, к сожалению, еще не обращено должного внимания на этот вопрос...» ¹³.

Исходя из условий того времени, рассмотрена экономическая сторона вопроса. «Стоимость ферм складывается из стоимости работы и материала. Криволинейные фермы требуют в общем меньше материала, чем фермы с параллельными поясами. Что же касается стоимости работы, то она выше для криволинейных ферм вследствие более сложного многоугольного очертания поясов и более сложных узловых соединений. Этим обстоятельством отчасти, а иногда полностью, погашается экономия вследствие меньшей стоимости материала.

В прежнее время при выборе ферм решающее значение имел вопрос о наименьшем количестве материала, который стоил очень дорого; но этот принцип теряет свое значение тем более, чем сильнее понижается стоимость материала сравнительно со стоимостью работы. Следует напомнить, что в последние 25 лет цены на работу повысились, между тем как стоимость материала понизилась

¹¹ Winkler. Brückenbau, Aeussere Kräfte der Balkenträger. 1886, S. 341—349.

¹² Fränkel. Anwendung d. Theorie d. augenblicklichen Drehpunktes. «Civilingenieur», 1875; «Princip d. Kleinsten Arbeit der inneren Kräfte elastischer Systeme». Z. Arch. Ing. Ver. Hannover, 1882; Müller-Breslau. Die graphische Statik der Bauconstruction, I Band. 1901.

¹³ Е. О. Патон. Железные мосты, т. I. 1902, стр. 117.

почти вдвое вследствие усовершенствования металлургических процессов.

На этом основании нет расчета применять особенно сложные конструкции в том случае, если ими достигается лишь незначительное сбережение материала»¹⁴.

Конечно, было бы неправильно думать, что до работ Патона не имелось трудов по мостостроению. К тому времени; т. е. к началу XX века, имелись уже важнейшие руководства по мостам как в России (работы Л. Ф. Николаи, Л. Д. Проскуракова, Г. Н. Соловьева, Ф. С. Ясинского, Н. К. Гарфа и Н. А. Белелюбского, С. К. Куницкого, П. А. Велихова, П. Я. Каменского), так и за рубежом (работы Винклера, Джонсона, Брауна и др.). Однако курс Е. О. Патона выгодно отличался от них своей новизной.

В 1907 и 1908 гг. выходят третий и четвертый тома курса «Железные мосты».

Е. О. Патон издает многие важные пособия и таблицы для проектантов и студентов по расчету металлических конструкций и мостов.

В 1902 и 1903 гг. (соответственно первое и второе издание) Е. О. Патон публикует важное пособие для студентов высших учебных заведений «Данные для проектирования верхнего строения мостов, систематически изложенные применительно к нормам Министерства путей сообщения», в котором обстоятельно рассмотрены все виды нагрузок и допускаемых напряжений на металлы и другие материалы, применяемые в строительстве как железных, так и деревянных мостов.

В 1910 г. вышло первое издание курса «Деревянные мосты». Этот обширный труд был написан Е. О. Патоном совместно с инженерами-строителями П. В. Рабцевичем и К. К. Симинским. Курс по деревянным мостам Патон читал в Киевском политехническом институте.

На первый взгляд могло показаться слишком запоздалым появление в печати большого курса деревянных мостов, так как в это время уже достаточно подробно были разработаны совершенные способы расчета железных мостов, вследствие чего постройка их становилась все дешевле и наблюдалось естественное стремление строителей переходить к железным и каменным мостам.

¹⁴ Там же, стр. 145.

Однако такое мнение было бы ошибочным, особенно в России — в стране, очень богатой лесами. Деревянные мосты имели большие технико-экономические преимущества — низкую стоимость и небольшой срок строительства. Поэтому Е. О. Патон справедливо указывал, что в России деревянные мосты еще долго будут иметь большое значение не только «в земском строительстве», но и при сооружении железных дорог.

Использование деревянных мостов при строительстве любой обыкновенной или железной дороги давало возможность открывать движение «на год или два раньше, чем в случае постройки каменных или железных мостов».

Как отмечал Е. О. Патон, деревянные мосты особенно были оценены в Америке, где, стремясь к уменьшению первоначальных затрат на постройку и к скорейшему открытию движения, при строительстве новых железных дорог широко применяли деревянные мосты, которые в последующем, когда дороги начинали приносить доход, заменяли более капитальными сооружениями.

До выхода в свет труда Е. О. Патона по деревянным мостам ни в России, ни за границей не было полной и систематической монографии по этому вопросу. Патон отмечал, что «из существующих курсов одни не закончены, а другие недостаточно полны или устарели».

Кроме того, имеющиеся труды по деревянным мостам, в отличие от курсов по железным мостам, не давали в нужном объеме проектантам необходимых конструктивных деталей, а ограничивались, как правило, общими чертежами целых мостов, в то время как в деревянных мостах конструкции узлов имели наибольшее значение.

Правда, в России, как ни в какой другой стране, был накоплен ценный материал по деревянным мостам. Были выработаны оригинальные системы мостов, разработаны их детали, изучены свойства дерева и, что особенно важно для строительства мостов, были хорошо известны врубки круглого леса, т. е. сопряжения частей.

Прежде чем приступить к изданию курса, Е. О. Патон в течение четырех лет занимался составлением коллекции моделей врубок и наиболее сложных мостовых узлов (общим числом около ста моделей), которые затем были сфотографированы и помещены в книгу, что давало наглядное представление о различных деталях.

Другой важной особенностью курса было то, что для облегчения изучения и проектирования деревянных мостов большое внимание было обращено на систематизацию не только типов мостов, но и их конструкций, причем расчетная часть была разработана настолько полно, что проектировщики могли вполне обходиться материалами, изложенными в книге.

Е. О. Патон на протяжении многих лет совершенствовал курсы мостов с учетом последних достижений в области мостостроения. Так, курс «Деревянные мосты» в дополненном и переработанном виде был выпущен вторым изданием в 1915 г. Учтя огромный опыт строительства и восстановления этих мостов, полученный во время первой мировой войны, Патон выпустил его третьим изданием в 1921 г.

Курс «Железные мосты» в переработанном и дополненном виде четвертым изданием вышел в свет в 1929—1930 гг. и пятым изданием — в 1935—1936 гг.

В 1925 г. Е. О. Патон опубликовал весьма важный не только для студентов, но и для работающих мостостроителей труд по составлению эскизов железных мостов, в котором дан критический инженерно-научный анализ обширного комплекса вопросов, начиная с классификации мостов и кончая выбором, характеристикой и расчетом железных пролетных строений различных балочных и висячих мостов¹⁵. В этом труде Е. О. Патон дает методы расчета отверстия моста и разбивки его на пролеты, рассматривает мостовые опоры и различные типы оснований их, струнаправляющие дамбы, сравнительные характеристики существовавших в то время железных пролетных строений и необходимые сведения экономического характера, т. е. данные для определения стоимости отдельных компонентов моста.

Эта работа, в которой нашла отражение вся многолетняя научная, инженерная и педагогическая деятельность крупного ученого-мостостроителя, являлась своего рода энциклопедией для проектантов и конструкторов отечественного мостостроения. В ней был сосредоточен наиболее ценный материал по отечественной и зарубежной теории и практике мостостроения.

¹⁵ Е. О. Патон. Железные мосты. Составление эскиза. Киев, изд. КПИ, 1925.

Многотомные и неоднократно переиздававшиеся (вплоть до 1936 г.) курсы «Железные мосты» и «Деревянные мосты», а также ряд учебных пособий по вопросам мостостроения были теми основополагающими трудами, по которым училось несколько поколений отечественных мостостроителей.

Популярность трудов Е. О. Патона среди студентов и инженеров объясняется строгой систематизацией материала, четкостью изложения существа вопросов, а также тем, что в них широко использовался опыт передовых заводов и строек, глубоко освещались новые, прогрессивные теории. Все это делало печатные работы Патона доступными широкому кругу читателей и ценными руководствами в учебной и практической работе.

Одной из важных характерных черт Е. О. Патона является вдумчивое, умелое воспитание научной молодежи. Подготовка молодых научных кадров ученых уделял исключительно большое внимание. Он был противником преклонения перед «абсолютными» истинами и незыблемыми авторитетами. «Каждое научное учреждение, — заявлял он, — обязано „творить людей“. Грош цена тому научно-исследовательскому институту, который держится и живет одним лишь именем своего директора, одной лишь его научной репутацией»¹⁶.

Он доверял молодежи и стремился всячески окрылить ее верой в свои силы. Поэтому он всегда страстно выступал против тех ученых, которые стремятся «сформировать из своих учеников только исправных исполнителей чужих идей, а не самостоятельных, инициативных, творческих исследователей».

Он охотно и много работал с молодежью, широко привлекал ее к научной и конструкторской деятельности. Все свои бесчисленные проекты он делает не один: студенты-выпускники, аспиранты, молодые инженеры — его верные друзья и помощники, его соавторы. В их работах нет ничего ученического: по этим проектам воздвигаются настоящие мосты. Патон никогда не подавлял, не связывал инициативу своих помощников, он только направлял их по правильному пути. Особенно высоко ценил ученый в молодежи жажду знания, стремление к открытию новых, еще неизведанных путей. — «Я всегда любил, — говорил он, —

¹⁶ Е. О. Патон. Воспоминания, стр. 262.

работать с молодежью, свободной от косности и рутинерства, свойственных иногда так называемым признанным специалистам. С молодежью меня всегда соединяли тесные узы, не зависящие от возраста, любовь к труду, изыскание новых путей, готовность разумно рисковать». Поэтому для научной работы в Институте электросварки почти всегда привлекались молодые специалисты, только что окончившие высшие технические учебные заведения, либо инженеры, проявившие себя на практической работе. Молодые специалисты, приходившие на исследовательскую работу сразу из учебного института, приобретали недостающий им производственный опыт, занимаясь обычно внедрением достижений науки в производство. Молодые ученые таким образом включались в орбиту научных исследований Института, собирали требуемый материал для своих будущих диссертаций, которые готовились без отрыва от основной работы.

Свою работу по воспитанию молодежи ученый считал одной из самых ответственных и почетных обязанностей, он находил большое удовлетворение в том, что им подготовлена смена, что он передал свои знания молодому поколению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прошло десять лет со дня смерти Е. О. Патона, но его имя с благодарностью и уважением вспоминается на различных совещаниях и конференциях при обсуждении важнейших вопросов дальнейшего развития промышленности, технического прогресса в нашей стране и т. д. Часто вспоминают «старого Патона» и всегда отмечают необычайную «пробивную силу» его новаторских предложений и идей, неиссякаемую энергию, неутомимость, с которой он добивался широкого практического применения передовых достижений науки и техники.

Да, жизнь этого ученого была жизнью подлинного искателя, постоянно избиравшего все новые и новые цели, прокладывавшего к ним пути с неукротимым напором. Для Е. О. Патона было характерно браться только за то, что лежит на самом пределе человеческих сил, идти к цели напролом, не давая себе отдыха.

«Я уже не раз на своем опыте убеждался, — пишет в своих „Воспоминаниях“ Е. О. Патон, — в том, что трудные и смелые задачи куда интереснее решать, чем задачи простые и мелкие. И пусть это не покажется парадоксом — легче решать! Когда человеку предстоит не через бугорок переваливать, а взять в науке штурмом крутую, недоступную вершину, он собирает, мобилизует, а затем отдает все лучшее, что в нем есть, он становится сильнее, умнее, талантливее. А значит, и работать ему становится легче».

Подтверждением этого является вся жизнь ученого.

После окончания Дрезденского политехнического института он легко мог получить профессию. Однако он идет на тяжелые условия получения русского диплома и едет в Россию. Он снова становится студентом, напряженно работает, выполняет пять проектов за четыре месяца.

Он страстно отзывался на все новое. В его жизни были крутые повороты, когда ему приходилось без жалости прощаться с прошлым.

Молодому Патону, блестяще начавшему карьеру в Москве, предложили кафедру на периферии, в Киевском институте. И он поехал не задумываясь.

Примерно через двадцать лет, уже прожив большую жизнь, он надолго «изменяет» любимой специальности — мостостроению, чтобы отдать все свои силы новому делу — электросварке.

В дни второй мировой войны Институту электросварки предлагали эвакуироваться в Туркмению, где он мог бы спокойно работать. Но Патон выбрал жизнь самую тревожную, самую трудную, в цехах военных заводов, где он проводил не только целые дни, но зачастую и ночи.

Благородный облик Е. О. Патона — большого советского ученого, его жизнь и творчество надолго останутся образцом для деятелей науки.

О своей жизни Е. О. Патон сказал очень мудро: «Человеку не дано самому судить о том, как он выполняет свой долг. Истинным судьей в этом является только народ. Но одно я знал твердо: всего себя, без остатка, я отдаю работе, стараюсь жить так, чтобы всегда прямо и честно смотреть в глаза советским людям»¹.

¹ Е. О. Патон. Воспоминания, стр. 280.

ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Е. О. ПАТОНА

- 1870 г. В г. Ницце (Франция) в семье русского консула родился Е. О. Патон.
21 февраля (5 марта).—
- 1888 г.—Окончил гимназию в Бреславле (Германия), куда был переведен его отец.
- 1894 г.—Окончил инженерно-строительный факультет Дрезденского политехнического института. Оставлен ассистентом на кафедре статки сооружений и мостов этого института. Одновременно работает конструктором в проектно бюро по перестройке Дрезденского вокзала.
- 1895 г.—Переходит на крупный мостостроительный завод в январь. Стеграде (Германия), где разрабатывает рабочий проект шоссевого моста.
- 1895 г., август.—Приезжает в Россию (в Петербург).
- 1895 г., октябрь.—Зачислен на пятый курс Петербургского института инженеров путей сообщения.
- 1896 г.—Окончил Петербургский институт инженеров путей сообщения. Работал в техническом отделе Управления Николаевской железной дороги, проектировал путепроводы, перекрытия крупных строительных сооружений и другие металлоконструкции.
- 1897 г.—Начал педагогическую работу в Московском инженерном училище ведомства путей сообщения. Руководил проектированием стальных и деревянных мостов.
- 1901 г.—Защитил диссертацию на тему «Расчет сквозных ферм с жесткими узлами». Назначен экстраординарным профессором Московского инженерного училища по кафедре мостов.
- 1902—1904 гг.—Выпускает в свет первое издание курса «Железные мосты», т. I и II (т. III и IV вышли в 1907—1908 гг.).
- 1904 г.—Переезжает в Киев и занимает кафедру мостов в Киевском политехническом институте (КПИ); этой кафедрой он руководил 25 лет. Одновременно проектирует крупнейшие мосты, в том числе Мухранский мост в Тбилиси (в 1907 г.).

- 1906 г.—Назначен деканом инженерного факультета; создает в КПИ кабинет мостов, инженерный музей, техническую библиотеку, проводит ряд мероприятий, направленных на перестройку системы преподавания. Вследствие резкого сопротивления консервативно настроенных преподавателей оставляет должность декана.
- 1910 г.—Выходит в свет первое издание курса «Деревянные мосты» (переработанные издания курса вышли — второе в 1915 и третье в 1921 г.)
- 1913 г.—Оставляет работу в КПИ.
- 1915 г.—Возвращается на работу в КПИ.
- 1915—1920 гг.—Работая в КПИ, вместе со студентами-дипломниками проектирует мосты различных типов для нужд военного ведомства. Создает оригинальную конструкцию разборных мостов, получивших широкое применение в армии под названием «мостов Патона». Разрабатывает новые методы строительства железных и деревянных мостов.
- 1918 г.—Выпускает в свет курс «Восстановление мостов», единственное в то время руководство по восстановлению разрушенных мостов (второе издание вышло в 1924 г.).
- 1920—1930 гг.—Руководит организованной им Киевской мостоиспытательной станцией Научно-технического комитета НКПС. Возглавляет работы по постройке новых и восстановлению разрушенных мостов. Работает главным консультантом и экспертом во многих учреждениях, ведающих строительством железнодорожных и шоссежных мостов на Украине. Руководит созданием проектов крупнейших железных мостов, в дальнейшем получивших первые премии на международных и всесоюзных конкурсах; участвует в работе по восстановлению железнодорожного транспорта.
- 1923—1925 гг.—Возглавляет разработку оригинального проекта и строительство крупнейшего шоссежного моста через Днепр в Киев — Цепного моста имени Евгения Бопш.
- 1929 г.—Избран действительным членом Академии наук УССР.
- 1929—1934 гг.—Оставляет работу в КПИ и начинает заниматься электросваркой. Организует электросварочную лабораторию при Академии наук УССР и Электросварочный комитет для научно-исследовательской работы в области электросварки. Возглавляет первые в СССР обширные исследования прочности сварных металлоконструкций и выступает инициатором широкого внедрения электросварки вместо клепки в промышленности, строительстве и транспорте.
- 1930—1939 гг.—Возглавляет исследования в области комплексной механизации электродуговой сварки и прочности сварных конструкций; руководит работами по внедрению автоматической сварки открытой дугой.

- 1933—1934 гг.—На базе электросварочной лаборатории АН УССР создан первый в мировой практике Научно-исследовательский институт электросварки АН УССР, бессменным руководителем которого он оставался до конца жизни.
- 1935 г.—Организует кафедру сварки в КПИ и руководит подготовкой инженеров-сварщиков.
- 1935 г.—Избран членом Президиума Академии наук УССР, а затем председателем бюро Отделения технических наук АН УССР.
- 1937—1939 гг.—Избирается депутатом Киевского горсовета.
- 1939—1940 гг.—Совместно со своими сотрудниками и учениками разрабатывает новый метод скоростной автоматической сварки под слоем флюса, получивший известность как «метод Патона».
- 1941 г.—Постановлением ЦК ВКП(б) и СНК СССР назначен государственным советником при Совнаркоме СССР и руководит работами по широкому внедрению автоматической сварки под флюсом в различные отрасли народного хозяйства.
- 1941 г., март.—Присуждена Государственная премия первой степени за разработку метода и аппаратуры автоматической сварки под флюсом.
- 1941 г., июль.—Вместе с Институтом электросварки эвакуируется на один из крупнейших военных заводов Урала.
- 1941—1944 гг.—Руководит работой коллектива Института по созданию новой технологии сварки под флюсом и внедрению ее в производство танков, боеприпасов и вооружения. Выпускает в свет ряд монографий, посвященных различным проблемам сварочной науки и техники.
- 1943 г., январь.—Награжден орденом Ленина за образцовое выполнение задания правительства по увеличению выпуска танков и боеприпасов.
- 1943 г., март.—Присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина за выдающиеся достижения, ускоряющие производство танков и металлоконструкций.
- 1944 г., январь.—Решением ЦК ВКП(б) принят в члены Коммунистической партии Советского Союза без прохождения кандидатского стажа.
- 1944 г., июнь.—Возвращается с Институтом электросварки в Киев и возглавляет работы по оказанию технической помощи восстанавливаемому народному хозяйству в освобожденных районах страны.
- 1944—1947 гг.—Принимает участие в создании отдельных разделов и редактировании энциклопедического справочника «Машиностроение».

- 1944—1949 гг.—Возглавляет работы по созданию и широкому внедрению нового индустриального способа изготовления и строительства крупных сварных резервуаров.
- 1944—1953 гг.—Член редколлегии журнала «Автогенное дело».
- 1945 г.,
 февраль.—Избран вице-президентом Академии наук УССР.
- 1945 г.—В связи с 75-летием со дня рождения и 50-летием научной, инженерной и общественной деятельности Е. О. Патона его имя присвоено Институту электросварки; учреждены также студенческие и аспирантские стипендии его имени.
- 1945—1949 гг.—Возглавляет работы по созданию и внедрению в промышленность новых прогрессивных способов сварки (шланговой полуавтоматической, двудуговой скоростной сварки прямошовных труб большого диаметра и др.).
- 1946 г.—Избран депутатом Совета Союза Верховного Совета СССР.
- 1946 г.—Назначен членом Комитета по Государственным премиям в области науки и изобретательства при Совете Министров СССР.
- 1946 г.—Избран председателем Всеукраинского совета научных инженерно-технических обществ.
- 1946—1953 гг.—Руководит комплексными исследованиями и проектированием в области сварных мостов. Возглавляет работы, связанные с проектированием первых в нашей стране цельносварных мостов, изготовляемых с использованием автоматической сварки под флюсом.
- 1947 г.—Вторично избран на пост вице-президента Академии наук УССР.
- 1947 г.—Выступает инициатором широкого внедрения сварки под флюсом.
- 1947—1953 гг.—Возглавляет работы по созданию нового метода сварки — вертикальной сварки с принудительным формированием сварного шва, а также работы по внедрению автоматической сварки в судостроение. Руководит исследовательскими и проектными работами по постройке крупнейшего в мире цельносварного поессейного моста через Днепр в Киеве (мосту присвоено имя Е. О. Патона).
- 1948 г.—Совместно со своими сотрудниками и учениками издает труд «Автоматическая сварка под флюсом».
- 1948—1952 гг.—Возглавляет исследования по автоматической сварке под флюсом легированных и высоколегированных сталей.
- 1949 г.,
 февраль.—Избран делегатом XVI съезда Коммунистической партии Украины.
- 1949 г.—Организует журнал «Автоматическая сварка» — орган Института электросварки, бессменным ответственным редактором которого Е. О. Патон был до конца жизни.

1951—1952 гг.—С группой сотрудников и учеников издает капитальное учебное пособие для вузов по курсу автоматической сварки.

1952 г.,
сентябрь.—Избран делегатом XVII съезда Коммунистической партии Украины.

1953 г.,
12 августа.—На 84-м году жизни Е. О. Патон скончался.

ОСНОВНЫЕ ПЕЧАТНЫЕ РАБОТЫ Е. О. ПАТОНА

Листовые шарниры уравновешенных мостовых ферм. «Журнал Министерства путей сообщения», кн. 5. СПб., 1899.

Влияние вертикальной нагрузки на напряжение горизонтальных связей мостов. «Журнал Министерства путей сообщения», кн. 6, СПб., 1900.

Трехпролетный путепровод с качающимися колоннами на 2-й версте Московско-Ярославской линии. «Инженер», 1900, № 8, 9.

Расчет сквозных ферм с жесткими узлами. «Журнал Министерства путей сообщения», кн. 1. СПб., 1901.

Железные мосты, т. I. Фермы и опорные части балочных мостов. Изд. Моск. инж. училища ведомства путей сообщения, 1902.

Железные мосты, т. II. Опорные части балочных ферм и шарниры консольных ферм. Изд. Моск. инж. училища, 1904.

Железные мосты, т. III, вып. 1. Проезжая часть и тротуары железных мостов. Киев, 1906.

Железные мосты, т. IV. Связи между фермами. Киев, 1907.

Проект гордского моста через Куру в Тифлисе. Три пролета. Киев, 1907.

Железные мосты, т. III, вып. 2. Проезжая часть и тротуары. Изд. Моск. инж. училища, 1908.

Образцы расчета железных мостов со сквозными фермами. Пособие для проектирования железных мостов. Киев, 1908.

Что знают о русских мостах за границей. Киев, 1908.

Деревянные мосты. Киев, 1910.

Железные мосты с железобетонной проезжей частью. Киев, 1914.

К вопросу о разборных железных мостах. Изд. Киевского политехнич. ин-та, 1916.

Деревянные железнодорожные мосты. Киев, 1917.

Малые деревянные мосты упрощенного типа. Киев, 1917.

Восстановление разрушенных мостов. С атласом чертежей. Киев, изд. Студенч. кооператива при КПИ, 1918.

Киевская мостоиспытательная станция Высшего технического комитета в 1921 г. «Техника и экономика путей сообщения», т. I, № 2, 1922.

Почему Киевский цепной мост не следует восстанавливать в прежнем виде, т. е. цепной системы. Киев, 1923.

Восстановление мостов. Способы и приемы восстановления. С атласом чертежей. Киев, Центр. упр. ж.-д. трансп. НКПС, 1924.

Железные мосты. Составление эскиза. С приложением атласа чертежей. Киев, 1925.

К вопросу о зависимости между дополнительными и основными напряжениями. В кн.: «Труды Научно-техн. ком. НКПС», вып. 40, 1926.

К вопросу о свободных боковых колебаниях пролетных строений. Там же, вып. 35, 1926.

Металл и нагрузки железнодорожных мостов на сто лет. «Строительная промышленность», 1926, № 2.

О разгрузке поясов ферм железных мостов продольными балками (совместно с Б. Н. Горбуновым). В кн.: «Труды Научно-техн. ком. НКПС», вып. 40, 1926.

Влияние температуры на строительный подъем и план ферм железных мостов (совместно с А. И. Дунаевым). Там же, вып. 81, 1929.

Дополнительные напряжения мостовых ферм от жесткости узлов и их практическое значение. Из работ Киевского мостостроения (совместно с М. Н. Яциной, Б. Н. Горбуновым и др.). М., Транспечать НКПС, 1930.

Металлографическое исследование электросварных конструкций. М., Транспечать НКПС, 1930.

Опытное сравнение электросварных и клепаных прикреплений продольных балок к поперечным. М., Транспечать НКПС, 1930.

Ударные испытания электросварных и клепальных балок (совместно с А. В. Дятловым). М., Транспечать НКПС, 1930.

Изыскание рационального типа электросваренных сквозных ферм. Опытное исследование (совместно с М. В. Петровым). Киев, изд. Электросварочного комитета, 1931.

Опытный мост Киевского бюро ЦИС НКПС и результаты его исследования (совместно с М. М. Бобылевым). Киев, Центр. научно-исслед. ин-т трансп. строит., 1930.

Сравнение клепаных и сваренных сквозных ферм. Опытное исследование. Киев, изд. Электросварочного комитета, 1931.

Пути развития электросварки во второй пятилетке. «Автогенный работник», 1932, № 1—2.

Расчет и проектирование электросварных конструкций в промышленном строительстве (совместно с Б. Н. Горбуновым). Госстройиздат, 1933.

Принципы проектирования сварных мостов (совместно с Б. Н. Горбуновым). «Автогенное дело», 1933, № 4.

Институт электросварки Всеукраинской Академии наук (ВУАН). «Автогенное дело», 1934, № 10.

Альбом сварной аппаратуры сахарной промышленности (совместно с В. В. Шеверницким, В. Саббатовским и др.). Изд-во АН УССР, 1935.

Неотбортованные сферические днища сварных сосудов (совместно с В. В. Шеверницким). Киев, Изд-во АН УССР, 1936.

Сопrotивление сварных соединений при вибрационной нагрузке (совместно с Б. Н. Горбуновым, Д. И. Берштейном, К. И. Дзевалтовским). Киев, Изд-во АН УССР, 1936.

Влияние усадочных напряжений на прочность сварных конструкций (совместно с Б. Н. Горбуновым и Д. И. Берштейном). «Автогенное дело», 1937, № 7.

Современное положение автоматической сварки в СССР. «Автогенный работник», 1937, № 1.

Производство широкополочных двутавров методом автоматиче-

ской сварки (совместно с Г. В. Раевским). «Строительная промышленность», 1938, № 8—9.

Разработка типа электрода и режима наплавки изношенных крестовин (Институт электросварки). Изд-во АН УССР, 1939.

Автоматическая сварка голым электродом под слоем флюса (Институт электросварки). Изд. Харьковского Дома техники, 1940*.

Автоматическая сварка в судостроении. Оборонгиз, 1944.

Автоматическая сварка под флюсом строительных металлоконструкций (совместно с П. И. Севбо, Г. В. Раевским и Б. Е. Патон). Стройиздат, 1944.

О сварных мостах (совместно с В. В. Шеверницким). «Вестник машиностроения», 1948, № 4.

Рациональные типы цельносварных железнодорожных мостов. «Вестник машиностроения», 1949, № 5.

Сталь для сварных мостов. В кн.: «Труды по автоматической сварке под флюсом», сб. № 6. Изд-во АН УССР, 1949.

Успехи в развитии автоматической сварки под флюсом за последние 2—3 года (совместно с Б. И. Медоваром). «Вестник машиностроения», 1950, № 2, 3.

Автоматическая электродуговая сварка. В энциклопедическом справочнике «Машиностроение», т. I, раздел III. Машгиз, 1947.

Автоматическая сварка под флюсом (под ред. Е. О. Патона). Машгиз, 1948.

Применение автоматической сварки при строительстве большого городского цельносварного моста (совместно с Д. П. Лебедь и др.). Изд-во АН УССР, 1953.

Воспоминания. Литературная запись Юрия Буряковского. Киев, Гос. изд-во художественной литературы, 1955.

Избранные труды, т. 1—3. Изд-во АН УССР, 1959—1961.

* Издания второе и третье вышли под названием «Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса» (Машгиз, 1941, 1942).

**КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ
ЛИТЕРАТУРЫ О Е. О. ПАТОНЕ**

- Богомолец О. О.** Вступна промова на урочистих зборах, присвячених 75-річчю з дня народження та 50-річчю наукової діяльності Героя Соціалістичної Праці дійсного члена АН УРСР Е. О. Патона, «Вісті АН УРСР», № 4—5, 1945, стр. 28—29.
- Борисов В. Евгений Оскарович Патон** (кандидат в депутаты Совета Союза, вице-президент Академии наук УССР, Харьковский-Дзержинский избирательный округ). Газета «Красное знамя», 26 марта 1950 г.
- «Выдающийся деятель науки и техники». «Автогенное дело», 1940, № 4—5, стр. 9.
- «Выдающийся ученый и гражданин. (Специалист в области мостостроения и сварки Е. О. Патон. К 80-летию со дня рождения)». «Автогенное дело», 1950, № 3, стр. 1—3. (Институт электросварки АН УССР, Президиум ВНИТО сварщиков и ред. журн. «Автогенное дело»).
- Гельман А. С.** Изобретение академика Е. О. Патона (Скоростная сварка голым электродом под слоем гранулированного флюса). «Техника молодежи». 1944, № 5—6, стр. 23—24.
- Горбунов Б., Шверницкий В. Патон Евген Оскарович.** (До 70-річчя з дня народження). «Вісті АН УРСР», № 2, 1940, стр. 59—61.
- Днепров И.** Институт действия. (Институт электросварки им. Е. О. Патона, Киев). Альманах «Год тридцать четвертый». М., 1951, стр. 318—385.
- Доброхотов М. М.** Ученый большевик. (До 80-річчя з дня народження і 55-річчя наукової діяльності Е. О. Патона). Газета «Радянська Україна», 25 марта 1950 г.
- Лаврентьев М. А.** Ученый-патриот. Газета «Правда Украины», 12 мая 1945 г.
- Максарев Ю. Е.** Неоценимая помощь. (Роль Е. О. Патона в автоматизации процессов сварки на Н-ском заводе в период второй мировой войны). В кн.: «Сборник, посвященный 75-летию со дня рождения и 50-летию научной деятельности Е. О. Патона». Киев, 1946, стр. 37—38.
- Матійко М. М., Коренной О. У.** Евген Оскарович Патон. Вид-во технічної літератури УРСР, 1961.
- Николаев Г. А., Хренов К. К.** Академик Е. О. Патон. (К 75-летию со дня рождения). «Автогенное дело», 1945, № 2—3, стр. 1.
- Островська С. А.** Герой Соціалістичної Праці дійсний член

- АН УРСР Е. О. Патон. (До 75-річчя з дня народження). Вид-во АН УРСР, 1945. Библиогр.: Список печатных трудов действительного члена Академии наук УССР Евгения Оскаровича Патона, написанных им самим и совместно с учениками. 159 назв.
- Сборник, посвященный 75-летию со дня рождения и 50-летию научной деятельности Героя Социалистического Труда действительного члена АН УССР Евгения Оскаровича Патона. Отв. ред. член-корр. АН УССР Ф. П. Белянкин. Изд-во АН УССР, 1946.
- Сборник, посвященный 80-летию со дня рождения и 55-летию научной деятельности Героя Социалистического Труда действительного члена АН УССР Е. О. Патона. Отв. ред. Н. Н. Доброхотов. Изд-во АН УССР, 1951.
- Хрущов М. С. Звітна доповідь на XVI з'їзді про роботу ЦК КП(б)У. В кн.: «XVI з'їзд Комуністичної партії (більшовиків) України 25—28 січня 1949 р. «Матеріали з'їзду». Київ, Укрполітвидав, 1949, стр. 44.
- Чеканов А. Е. О. Патон. (К 90-летию со дня рождения.) В сб.: «Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР», т. 38, 1961, стр. 82—99.
- Шевреницкий В. В. Академик Е. О. Патон. (К 70-летию со дня рождения). «Автогенное дело», 1940, № 4—5, стр. 8—9.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	5
<i>I. Биографический очерк</i>	<i>7</i>
Детские и юношеские годы	7
Годы учения. За границей — с мыслями о России	10
Первые годы инженерной деятельности	16
Мостостроение и электросварка	23
<i>II. Научная и инженерная деятельность в области мостостроения</i>	<i>52</i>
<i>III. Деятельность в области электросварки</i>	<i>83</i>
Начальный период	83
Исследования сварных конструкций	83
Разработка технологии электросварки, механизация и автоматизация сварки открытой дугой	99
Способ автоматической сварки под флюсом	109
Создание нового способа	109
Разработка технологии автоматической сварки под флюсом	118
Сварочное оборудование и аппаратура	121
Связь с производством	132
Проблема сварного мостостроения	137
<i>IV. Педагогическая деятельность</i>	<i>156</i>
Заключение	170
Основные даты жизни и деятельности Е. О. Патона	172
Основные печатные работы Е. О. Патона	177
Краткий перечень литературы о Е. О. Патоне	180

Андрей Александрович Чеканов

Евгений Оскарович Патон

*Утверждено к печати
Редколлегией научно-биографической серии
Академии наук СССР*

Редактор *А. Л. Березовская*
Художник *С. П. Чикирьян*
Технический редактор *Н. Ф. Егорова*
Корректор *Б. И. Рывин*

Сдано в набор 31/VII 1963 г.

Подписано к печати 25/X 1963 г. Формат 84×108¹/₃₂.
Печ. л. 5,75+1 вкл.=7,88 усл. печ. л. Уч.-издат. л. 9,7
Тираж 7000 экз. Т-12140. Изд. № 1800. Тип. вак. № 2559
Цена 68 к.

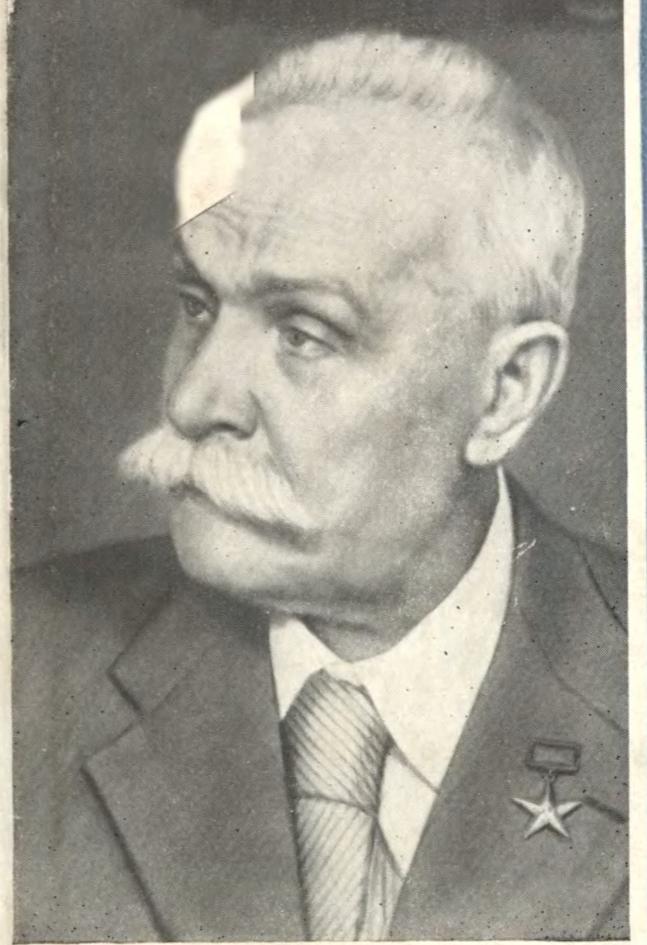
Издательство Академии наук СССР.
Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография Издательства АН СССР.
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

68 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ЕВГЕНИЙ ОСКАРОВИЧ ПАТОН



А.А. Чеканов

А.А. ЧЕКАНОВ
Евгений Оскарович
ПАТОН

А.А.ЧЕКАНОВ

Евгений Оскарович
ПАТОН

1870-1953

А.А.ЧЕКАНОВ **ЕВГЕНИЙ ОСКАРОВИЧ ПАТОН**

А.А.Чеканов

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДИДЕННИХ И КУК СССР

