

12
B76.

2
76.
Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

Н. К. П. С.

ВЫСШИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ.

Инж. И. ВОСКРЕСЕНСКИЙ.

О ПРИМЕНЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВАРКИ

В ОБЛАСТИ СУДОСТРОЕНИЯ ЗАГРАНИЦЕЙ

(Америка и Англия)

за последние 5—6 лет.

ПЕТРОГРАД.
РЕДАКЦИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ИЗДАНИЙ.
1922.

СПИСОК ИЗДАНИЙ,

имеющихся в продаже в Центральном Складе при Высшем
Техническом Комитете Н. К. П. С.

(Москва. Гороховская ул., д. 8),

и в Петроградском Отделе Редакции Специальных Изданий при означенном Комитете
(Петроград. Фонтанка, 117, комн. 23).

Ц е н а *).

РУКОВОДСТВО для производства холодных и горячих промывок и продувок паровых котлов и паровозов	7 р. 50 к.
ЭМЕРСОН X.—Двадцать принципов производительности Часть I. Пер. под редакц. Б. Д. Воскресенского и Э. П. Цизаревича.	37 „ 50 „
РАВИНОВИЧ, И. М.—Применение теории конечных разностей к исследованию неразрезных балок	30 „ — „
Проф. ФИЛЮНЕНКО-БОРОДИЧ, М. М.—Общее решение системы основных уравнений для неразрезной балки постоянного поперечного сечения	7 „ 0 „
Проф. ОБРАЗЦОВ, В. Н.—Транспорт Московского промышленного района. Методы его улучшения и удешевления	7 „ 50 „
Инж. КУДРЯВЦЕВ, К. Г.—О порядке ведения участковой технической отчетности на жел. дор.	7 „ 50 „
ВАСИЛЬЕВ, М. П.—Научная организация труда и железнодорожное хозяйство. Издание 3-е	15 „ — „
Инж. ШИШЕВ.—О защите жел. дор. от снежных заносов.	3 „ 75 „
Инж. КАШКИН, К. Н.—Наш юго-восток	15 „ — „
ЖИЛИНСКИЙ, А. А.—Крайний север Европейской России (Архангельская губ.) Петр. 1919 г.	75 „ — „
Проф. ДУБЕШЕР, Г. Д.—Об учете железнодорожного хозяйства.	15 „ — „
ОТЧЕТ № 1 о работах Комиссии по выбору измерителей для учета жел.-дор. хозяйства. За время с 1 сентября по 15 ноября 1920 года.	4 „ — „
ПРАВИЛА технической эксплуатации железных дорог, открытых для общего пользования	22 „ 50 „
Инж. МАСЛЕННИКОВ, С. Н.—Результаты обследования работ на станках железнодорож. паровозных мастерских 1912—1916 гг.	75 „ — „
ХАРАКТЕРИСТИКА большого и среднего ремонта паровозов и тендеров и установление предельных норм износа их частей. 1921 г.	7 „ 50 „
СПРАВОЧНИК по паровозам паровозостроительного завода Балдвина (С.-А. С.-Ш., Пенсильвания, Филадельфия). Перевод с английского под редакцией П. О. Красенского и В. Ф. Егорченко	22 „ 50 „
Инж. ВОСКРЕСЕНСКИЙ, Б. Д. и БУДАНОВ, Д. Д.—Основные начала механики железнодорожного транспорта. Проблема профиля и трассы ж. д. Часть I-6	75 „ — „
Инж. ДЕНИСОВ, И. П.—Заготовка льда, хранение его во временных льдохранилищах и забор из них	15 „ — „
ЖУРНАЛ „Техника и Экономика Вузей Сообщения“ (отд. номер).	80 „ — „
РЫВНИН, И. А.—Факультет воздушных сообщений.	8 „ — „
ПРАВИЛА и НОРМЫ проектирования железобетонных сооружений.	7 „ 50 „
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ производства бетонных и железобетонных работ	15 „ — „
ЕЖЕНЕДЕЛЬНЫЙ календарь, составл. жем. Каргиным	7 „ 50 „

Н. К. П. С.

ВЫСШИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ.

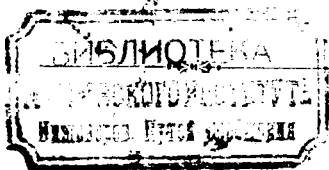
ИНЖ. И. ВОСКРЕСЕНСКИЙ.

О ПРИМЕНЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВАРКИ

В ОБЛАСТИ СУДОСТРОЕНИЯ ЗАГРАНИЦЕЙ

(Америка и Англия)

за последние 5—6 лет.



ПЕТРОГРАД.
РЕДАКЦИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ИЗДАНИЙ.
1922.

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР

3104 $\frac{14}{66}$

6
—
—



Р. Ц. № 959, гор. Петроград.

Типо-литография Нар. Ком. Путей Сообщения. Фонтанка, 117.

Отпечатано в количестве 500 экз.

О применении электрической и газовой сварки в области судостроения за границей (Америка и Англия) за последние 5—6 лет.

Из двух существующих способов сварки стали—газового и электрического—получил в России применение в судостроении и ремонте, главным образом, первый способ. За границей, в Америке и Англии, за последние 5—6 лет, получил широкое распространение способ электрической сварки. Этот способ был изобретен в 1885 году русским, Бенардесом, а затем в 1895 году видоизменен Славяновым, заменившим угольный электрод металлическим. Использование автогенной сварки на русских заводах, если иметь в виду область судостроения, ограничивалось применением ее в разных предметах вооружения и снабжения и ремонта, где не требовалось от места сварки большой прочности; применять сварку в ответственных частях судна и котла избегали, так как существовало некоторое недоверие к качеству сварных соединений; это недоверие было основано на сравнительной новизне дела и малой обследованности качеств сварки. Военные обстоятельства вызвали потребность производить быстро ремонт коммерческих и военных судов, и это вызвало широкое использование электрической и автогенной сварки. По литературным источникам видно, что параллельно с приложением к делу этих способов—в Англии и Америке шло обстоятельное обследование качеств сварных швов, и, когда убедились, что при некоторых условиях сварные швы обладают прочностью, не уступающей заклепочным, естественно явились попытки широко применить сварку в судостроении взамен заклепочных швов. Что же дало исследование сварки? Выше было указано на два способа электрической сварки, изобретенные нашими соотечественниками, Бенардесом и Славяновым. За границей, в особенности, привился способ Славянова, т. е. сварка вольтовой дугой с металлическим электродом; патенты разных заграничных изобретателей, напр., способ Kjellberg'a, взятый им в 1906 г., имеет в основе идею Славянова и отличается лишь деталями: электрод по-

крыт особым плавким составом—silica flux, в целях предохранения металла от окисления; способ Славянова или, вернее, его видоизменение, и получил такое обширное и широкое применение и в Англии, и в Америке: то, что ниже будет сказано о качестве сварных швов, будет относиться именно к этой системе (quasi-arc system).

В смысле механических качеств, сваренный шов дает при испытании на широких образцах листов сопротивление разрыву в зависимости от способа сварки. Если листы свариваются в стык, то для получения наилучших результатов рекомендуется поступать так: в тонких местах, начиная, например, от № 16 SWG и до $\frac{3}{16}$ " кромки листов свариваются вилотную; в листах, толщиной $\frac{1}{4}$ " и выше, до 1", кромки листов скашиваются, образуя между собою угол около 60° и расстояние между нижними кромками скошенных плоскостей оставляется $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{8}$ ". Для придания шву наибольшей прочности и в листах толстых, где возможна работа с обеих сторон листа, скашивание кромок производится двустороннее (черт. 1 и 2).

Относительно размеров угла скоса существуют разные взгляды и практика. Американцы придерживаются больших углов, англичане—малых. Большие углы скосов вызывают удорожание шва—большую трату электродов, энергии и замедление в скорости работы. Ниже приводятся некоторые данные швов одинаковой длины (3 фута) и произведенных совершенно в одинаковых условиях, лишь меняя угол между кромками.

Угол между кромк.	15°	30°	45°	60°
Вес израсход. электр., фун., .	2,56	3,83	4,63	6,63
Вес осажден. металла, фун., .	1,70	2,55	3,65	5,08
Вес утерянн. металла (трата) .	0,86	1,88	1,98	1,65
Число фуг. сварки в 1 час . .	3,22	1,90	1,50	1,07
Сила тока Амп.	160	145	118	168
Киловат час на 1 ф. сварки .	3,10	4,70	5,10	7,70

Прочность шва до некоторой степени зависит от степени наполнения металлом образованной кромками канавки между листами, и шов может иметь один из трех видов, как указано ниже на эскизах (черт. 3, 4, 5).

Шов № 1—усиленной прочности, № 2—обыкновенный прочный шов; № 3—употребляется там, где прочность неважна, а требуется лишь непроницаемость. Надлежащим образом сваренный шов в стык в широких образцах дает сопротивление разрыву 90% — 95% от прочного сопротивления целого

листа. При шве в накрой сварку следует делать с обоих концов; при этих условиях прочность шва получается равною 70⁰/₀—80⁰/₀ от прочности целого листа; при сварке с одного конца результаты получаются несколько ниже. Далее, в этом случае, сварка может быть „полной“ или неполной, „легкой“. Полная (full) сварка получается наплавлением более толстого слоя металла, образуя его из двух или трех слоев; неполная или „легкая“ (light) сварка образуется наплавлением одного слоя.

На черт. 6 показана внизу на кромке полная сварка, а на верхней кромке легкая. Относительно полной сварки практикою выработаны следующие нормы (см. черт. 7); полная сварка идет от кромки на глубину, равную толщине листа, и наименьшее расстояние от кромки и до поверхности сварки указано в прилагаемой ниже таблице в столбце „полная толщина“; для листов, толщиной менее 0,40", толщину сварки следует считать в 70⁰/₀ от толщины листа:

Толщина свариваемых листов:	Ширина накроя:	Ноли. толщ.:
0,40	2 1/4"	0,28"
0,60	2 1/2"	0,38"
0,80	2 3/4"	0,48"
1,00	3" "	0,50"

Всякого рода испытания образцов тогда имеют цену, когда образцы изготовлены в условиях, подходящих к тем, коим испытываемый материал будет подвергаться на практике, в деле. Планку в мастерской можно сварить очень хорошо, так как эту работу можно произвести в самых благоприятных условиях, дающих наилучшие результаты; однако, эти результаты не могут служить характеристикой качества сварки, производящейся на судне, в условиях его постройки, не всегда благоприятных и не всегда дающих наилучшие результаты. Швы по их расположению могут быть плоскими, горизонтальными, вертикальными и „верхними“ (overhead). Плоский шов, расположенный на полу, палубе; горизонтальный и вертикальный—ясны, а „верхним“ швом назовем такой шов, где надо подходить с паяльником или горелкой снизу; он как бы расположен над головой рабочего. Расположение швов лучше всего уясняется из чертежа 8, на котором а)—плоский шов, в)—горизонтальный шов, с)—вертикальный д)—верхний (overhead).

Ясно, что не с одинаковыми удобствами можно работать: наиболее удобным является плоский шов и наименее удобным — верхний шов; горизонтальный шов, в том виде, как изображено на эскизе, удобен, но если он образуется листами, свариваемыми в стык, то представляет неудобство для работы: он дает низшего качества сварку от того, что при плавлении стали образуются окислы, кои, в виду острого угла образуемого скосами, плохо выделяются. Они запутываются в металле и придают металлу большую хрупкость; поэтому рекомендуется канавку между листами в случае горизонтального стыка листа делать, как показано на черт. 9. Если достоинство плоского шва оценим в 100%, вертикальный шов оценивается в 90%; горизонтальный — 86% и верхний — 80%. Вследствие указанных выше причин, и скорость сварки швов далеко не одинакова; если скорость работы плоского шва оценим в 100%, скорость вертикального шва будет тоже около 100%; горизонтального — 90% и верхнего — 60%.

Для оценки сравнительной прочности сварных-клепаных швов приводятся ниже результаты опытов тех и других: 1) Шов в накрой; двойной ряд заклепок диам. $3/4''$, разрыв при 96 тонн. (черт. 10); 2) Шов с накладкой с тройным рядом заклепок, разрыв при 109 тонн. (черт. 11); 3) Шов в накрой имеет две заклепки диам. от $3/4''$. Сварка произведена с обоих концов вертикальная и полная средняя толщина конерок сварки = $0,3''$. Образец сломался при 111 тонн. (черт. 12); 4) Все то же, что и в примере под № 3, за исключением сварки — сварка тоже вертикальная, но легкая при средней толщине ее в поперечном сечении $0,19$. Образец сломался при 101 тонн. (черт. 13); 5) Шов стыковой с накладкой. Сварка в стыке. Сварка сделана вертикально. Образец сломался при 117 тоннах (черт. 14); 6) Планка прикреплена к вертикальной переборке при помощи угольника — обычным принятым способом. Разрыв последовал при 56 тонн. (черт. 15); 7) Также планки, что в № 6, но приварено к угольнику не сплошной линией, но прерывисто частями (а, а, а...). Редко, на расстоянии восьмикратного диаметра поставлены заклепки. Сварка в каждом пункте сделана на протяжении $2\frac{1}{2}''$. Сварка типа легкой. Разрыв при 74 тонн. (черт. 16); 8) Планки к переборке только приварены, как указано. Средняя толщина сварки в поперечном сечении = $0,204''$. Разрыв последовал при 196 тонн. (черт. 17).

Все опыты и исследования свойств электрической сварки велись над образцами откисленной судостроительной стали, сопротивлением около 30 тонн. Нормальный состав стали

электродов при сварке судостроительной стали рекомендуется следующий. *C* не более 0,18%, *Mn* не более 0,55%, *Ph* не более 0,05%, *S* не более 0,05, *Si* не более 0,08, как усматривается, требуется сталь чистая, с минимальной примесью *Ph* и *S*. Поверхность электрода иногда покрывается слоем какого-либо вещества, которое, соединяясь с окислами железа, дает шлак. Электроды, покрытые такими составами дороги (*Slag covered*) и, вследствие своей дороговизны, едва ли могут иметь применение в судовых работах большего масштаба. *C* и *Mn* при плавлении выгорают и осажденный металл довольно резко отличается по своему составу от металла электродов. Ниже приводятся результаты анализа.

	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Ph</i>	<i>S</i>	<i>Si</i>
Содержание в электроде .	0,10	0,16	0,010	0,046	слоя.
" в сварке .	0,012	0,081	0,019	0,026	—
" в электроде .	0,16	0,56	0,032	0,024	0,016
" в сварке .	0,05	0,18	0,031	0,036	0,011

Как усматривается — сварочный металл (металл в месте сварки, полученный путем расплавления электрода) представляет собою почти чистое железо. Сильный нагрев в месте сварки должен конечно влиять на внутреннюю структуру металла в местах ближайших к сварке; микрофотографические исследования показали, что вследствие крайне сосредоточенного жара дуги, потревоженная область металла нейдет глубоко и измененная структура стали, т. е. развитие кристаллизации, усматривается лишь на глубине примерно $\frac{1}{16}$ ". Опыты, произведенные над сваркой при резкой силе тока, показали, что сила тока имеет влияние не только на скорость самого процесса, но отчасти и на его качество; согласно выработанной в Англии практике, плотность тока на электроде должна быть 4000—6000 амп. на квадрат. дм. его поперечного сечения. При сварке листа толщиной $\frac{1}{2}$ " при двусторонних скосах его, надлежащая сила тока — 200 амп. при 100 вольт; если сварка будет состоять из двух слоев, первый осаждается при силе тока, меньшей на 50 ампер; производя в данном выше примере сварку при 80, 125, 150, 180, 220, 275, 300 амп. — наилучшие результаты получили при 200 амп.; при сварке листов толщиной $\frac{3}{4}$ " — надлежащая сила тока 300 амп. При сварке листов толщиной от № 16 *S. W. G.* до $\frac{1}{2}$ " толщина электродов изменяется от 0,08" (2,03 мм.) до 0,192" (4,87).

Металл, осажденный или расплавленный с электрода

представляет собою по строению литую сталь и обладает свойствами этой стали; литая сталь, как известно, обладает меньшей тягучестью и вязкостью, по сравнению с механически обработанной сталью: ковальной, катанной. Удлинение сварных образцов при разрыве 10—12%, что составит около $\frac{1}{3}$ удлинения, каковое имеют целые, несварные образцы, изгиб образцов по месту сварки тоже, как известно, дает худшие результаты, по сравнению с целыми образцами. При применении сварных соединений в судовых устройствах, они будут подвергаться переменным нагрузкам, иногда переменного знака, и весьма интересно выяснить стойкость сварных соединений, подверженных таким нагрузкам. Известно, что материал, подверженный нагрузке переменного знака, на продолжительное время и в большом количестве — разрушается при нагрузке значительно меньшей, причем спокойной статической нагрузке этого же материала. Опыты, произведенные в Англии на специальных приборах, дают ответ на этот вопрос. В приборе, предложенном Strohmengcr'ом, образец, имеющий сварку по своей диаметральной плоскости, подвергался скручивающим усилиям на 10° в ту и другую сторону — всего угол между крайними положениями был 20° . Целый материал разрушался при 250.000 кручениях, сварный при 90% от этого числа. Влияние нагрузки переменного знака при большом числе перемен был выяснен следующим образом: сварный образец закладывался в токарный станок и нагружался в середине грузом соответствующего размера, чтобы вызвать известное напряжение в материале образца; ясно, что за каждый оборот напряжение меняло знак. Выяснилось, что целые и сварные образцы разрушаются при одном и том же числе перемен, если рассчитывать нагрузку для целых образцов $10\frac{1}{2}$ тонн на кв. дпм., а для сварных $6\frac{1}{2}$ тонн. Наконец, крайне интересный опыт был произведен с планками целыми и сварными размером длиной 14" и шириною 5". Сварка была сделана по середине планки. Один конец закреплялся, а другой движущейся частью станка приводился в колебательное движение, причем полный размах равнялся $\frac{5}{16}$ " (черт. 18). Сварная планка разрушалась при числе колебаний в 70% от числа, при коем разрушалась целая планка. Свойства сварных соединений в смысле их сопротивляемости (сопротивление разрыву, удлинение, изгиб) были нам известны давно: сопротивляемость же этих соединений при переменных колебательных нагрузках не была известна, и выяснилась только опытами за границей в последние годы.

В заключение технического обзора сварных швов путем голько наплавления металла дугой при угольном или металлическом электроде, без приложения какого-либо давления, должен сказать, что имеются указания об использовании в соединении листов смешанного способа: ставится очень редко в шве на расстоянии 8-ми-кратного диаметра друг от друга один ряд заклепок и по установке их производится электрическая заварка шва. Опыты с такими швами производились в Портсмутском адмиралтействе. Опыты показали, что при двойной сварке, с наружной и внутренней стороны, эти заклепки не играют существенной роли и могли бы быть совершенно оставлены; однако, их полезное значение остается в смысле более плотной пригонки кромок листов. Кроме способа, указанного выше, существует способ электрической сварки путем пропускания тока чрез соприкасающиеся поверхности, подлежащие сварке, нагревом местным током этих поверхностей до сварочной температуры и производства одновременно сильного гидравлического или пневматического давления на соприкасающиеся поверхности—в этот момент происходит сварка двух предметов в месте их контакта. Эта система (Spot welding) получила большое применение в Америке при сварке толстых листов. Устройство прибора для производства контактной сварки в общих чертах напоминает гидравлический клепальник; приборы делают стационарными и переносными. Имеются крупные стационарные приборы с двумя сварочными пуансонами, приборы переносные—более легкие—обычно делаются с одним сварочным пуансоном. Так, General Electric Company строит стационарные сварочные машины по системе контакта с вылетом до 1,8 м. и двумя пуансонами. При сварке кромок двух листов толщиной $\frac{3}{4}$ " требуется давление до 60.000 фн. и сила тока в 50.000 амп. Диаметр сваренных мест $1\frac{1}{2}$ " и время, потребное для этой операции, 30 с.; машина весом—6 тонн. Тип переносной сварочной машины при вылете 0,685 м. имеет вес около 1,2 тонны. При помощи стационарных сварочных машин могли бы быть в мастерских заготавливаемы переборки, флоры и т. п. Непременное условие—место, подлежащее сварке этим способом, должно быть очищено от ржавчины, окалины и грязи; нет надобности очищать всю кромку соприкосновения листов, но площади листов, подлежащие проварке, обязательно очистить. Далее, здесь не безразличен химический состав листов и материал должен быть чистый. Например, состав анализа: $C = 0,19$; $Si = 0,05$; $Mn = 0,44$; $S = 0,097$; $Ph = 0,075$ —плохо поддается контактной сварке, а состав анализа: $C = 0,09$; $Si = 0,05$;

$Mn = 0,38$; $S = 0,072$; $Pn = 0,159$ — сваривается хорошо. Там, где представляется технически выполнимым и требуется особая прочность соединения и если дело идет о толстых листах, можно рекомендовать комбинацию контактного способа и способа вольтовой дуги (quasi-arc system). Эту мысль подтверждают результаты опыта над разрывом планок, соединенных между собою пятью различными способами.

Сопр. разр.

1) Сварка контактная и дуговая (черт. 19)	50350 ф.
2) дуговая (черт. 20)	37000 ф.
3) дуговая и заклепки (черт. 21)	35000 ф.
4) контакт (черт. 22)	28000 ф.
5) Соединение заклепочное (черт. 23)	13000 ф.

По мнению проф. Адамса, надлежащим образом исполненная контактная сварка даст одинаковую прочность с заклепочным швом. Полное потребное время для сварки известного количества мест равняется $\frac{1}{4} - \frac{1}{5}$ того времени, какое потребно на постановку того же количества заклепок.

Наряду со способами электрической сварки имеет конечно широкое применение и сварка газовая (ацетиленом). С технической точки зрения, т. е. в смысле качества сварки трудно отдать преимущество одному способу перед другим. Каждый из способов имеет достоинства и преимущества в тех областях, к коим он приспособляется самой жизнью. Первое и самое необходимое условие благонадежной сварки — искусство сварщика. Однако же, как выше видим, в Англии и Америке более широкое и преимущественное распространение получил электрический способ (quasi-дуговая система). Причину такого предпочтения надо искать: 1) в исключительных обстоятельствах того времени, когда стало особенно сильно развиваться это дело и 2) в некоторых преимуществах электрической сварки перед газовой. Для газовой сварки нужен кислород и кальций-карбид, для электрической — ток. В исключительных обстоятельствах военного времени легче применить электрическую сварку, так как в портах и заводах всегда имеется ток, но не всегда можно достать нужные газы и бутылки для этих газов. Далее, чтобы сделать хорошую сварку при работе газом, надо больше внимания и искусства со стороны сварщика: пламя должно быть нейтральное, и при малейшем невнимании плавящийся металл может быть или сильно окислен, или насыщен углеродом, т. е. сварка пострадает. Район нагрева ацетилено-

вого пламени более, чем в электрическом способе, его пламя дает более рассеянную теплоту; это обстоятельство может вызвать при расширении и сокращении соседних частей — их повреждение — коробление, появление вредных натяжений и трещин. Эта концентрация тепла в электрической сварке, несомненно, одна из причин, кои дают основание в некоторых ответственных работах давать предпочтение электрическому способу. Имеются указания, что при ремонте ответственных частей паровых котлов в Англии, сварка газом ограничена и подобные работы производятся электричеством. Для газовой сварки имеется широкое поле применения в области сварки тонких железных листов, чугуновых изделий и всех других сплавов нежелезных. Ниже помещается таблица сравнительной стоимости газовой и электрической сварки:

Таблица составлена на основании единичных цен: рабочая сила 1 шиллинг в час; кислород $1\frac{1}{2}$ пенса за 1 куб. фут.; ацетилен 1 пенс за 1 к. ф.; железная проволока 0,131 пенса за фут; ток взят по цене 1 пенса за единицу В. О. Т.; электроды № 10 — 1,32 п. за фут; № 8 — 1,8 п. за фут; № 2 — 1,2 п. за фут.

Применение указанного выше метода электрической сварки в постройках новых судов получило наибольший масштаб в Англии. В 1918 году на одной из верфей Юго-Восточного побережья под правительственным контролем была построена баржа, в постройке коей не было поставлено ни одной заклепки, а все работы были исполнены путем сварки. Баржа имеет размеры: длину между перпендикулярами 120'', ширину 16'' и водоизмещение 275 тонн. Администрация американского „Shipping Board“ имела ближайшее наблюдение за ходом этой опытовой постройки и, как результат этого опыта, сделано предположение о введении нового метода соединения швов взамен заклепок на нескольких стандартных судах коммерческого типа, водоизмещением в 10000 тонн с таким расчетом, чтобы количество заклепок на каждом судне оставалось примерно $21\frac{1}{2}\%$ того количества, какое предположено было на них иметь. Постройка баржи явилась как продолжение тех опытов, кои Английское Адмиралтейство вело в Портсмуте, в целях приложения quasi-дуговой системы к изготовлению разных судовых частей. Весь материал для этой баржи был заготовлен прежде, чем было решено ее строить путем сварки и потому материал был приспособлен для обычной заклепочной конструкции. Листы наружной обшивки были собраны по системе вакрыя листов с высадкою их кромок. Эта система

Толщ. в дм.	Ацигионовая.		Электрическая дуговая.				Ацигл.		Электр.					
	Газ в час.	Ац., куб. ф.	Стоим. газа на 1 фут. пенсы.	Желез. для свар. пенсы.	Р. с. на 1 ф.	Сила на 1 ф.	Р. с. на фут. пенсы.	Стоимость электр. трин. на 1 фут. пенсы.	Число фут. в час.	Полн. стоим. одн. ф. пенс.	Число фут. в час.	Полн. стоим. одн. ф. пенс.		
1/20	3	2.0	0.116	0.131	0.40	100	30	0.075	0.3	12" № 12	1.2	30	0.617	40.1,515
1/8	9	6.3	0.77	0.196	0.856	100	75	0.312	0.8	18" № 12	1.8	14	0.872	24.2,612
3/16	13	9.0	1.72	0.262	1.33	100	100	0.80	0.6	24" № 10	2.64	9	3.312	20.3,71
1/2	17	13.0	2.70	0.250	1.50	100	140	0.70	0.6	22" № 8	9.6	8	4.45	20.4,90
5/16	27	16	4.27	0.327	1.714	100	110	1.10	1.2	12" № 10	4.02	7	6.25	10.6,32
3/8	34	24	6.82	0.437	2.06	160	120	1.11	1.61	18" № 10	5.58	6	9.278	7.48,802
1/16	41	29	9.0	0.655	2.40	100	120	2.00	2.0	24" № 10	8.04	5	12.955	6.012,14
1/2	48	34	14.50	0.786	3.00	100	120	2.10	2.4	30" № 10	9.6	4	18.288	3.014,40
										42" № 8				

набора обшивки является наиболее подходящею и удобною для производства сварочных работ. Толщина обшивки $\frac{1}{4}$ " был установлен 71 шпангоут с тремя переборками: передней с задней — водонепроницаемой, а средней неводонепроницаемой. Было отмечено, что сварка в наиболее трудных местах, а именно — в вертикальных швах сходящихся листов наружной обшивки и „верхние“ швы, соединяющие киль с нижними листами обшивки — были произведены очень удачно; для производства наиболее трудных „верхних“ швов были употребляемы специальные электроды, правда, несколько повышенной стоимости. Все водонепроницаемые швы в трюмах (ниже ватерлинии) были исполнены непрерывной сваркой с наружной и внутренней стороны; некоторые из этих швов выше ватерлинии имели непрерывную сварку с одной стороны и прерывистую (tackwelding) с другой, причем непрерывно сварка шла всегда по наружной кромке. Дело вели очень опытные рабочие, привыкшие к сварочным работам; при начале работ средняя скорость рабочего в час была 4 фута, под конец работ — около 7 фут. Работа дала сбережение в 245 человеко-часов и около 1000 фунтов металла. Полная стоимость работ выразилась в 301 ф. стерл., причем она распределилась так: стоимость электрода 178 ф. с., электрический ток 61 ф. с., рабочая сила 62 ф. с. Стоимость электродов несколько высока и она должна несомненно в будущем понизиться, когда дело разовьется, и в этой области появится конкуренция. Благодаря полученному опыту возможно следующую подобную баржу построить, сберегая рабочее время от 25% — 40% и имея экономию в материале до 10%, по сравнению с баржей с заклепочными соединениями. Новый проект баржи однако составляет клепку в соединениях флюров со шпангоутами и киля с бимсами. Баржа по окончании постройки с грузом в свежую погоду была в море и таким образом, была испытана. Следующую постройку в Англии следует отметить — это постройка без заклепок моторного судна „Fullagar“, построенного фирмою Messrs Cammel Laird & Co Limited и спущенного на воду в феврале 1920 года. Судно снабжено двигателем внутреннего сгорания, одновинтовое, каботажного плавания. Длина 150', ширина 23,9', углубление 11,4', дедвейт — 500 тонн. Вместимость трюмов около 25200 куб. ф. и скорость $9\frac{1}{2}$ — 10 узлов. Fullagar полностью изготовлен путем сварки и на нем нет ни одной заклепки. Успех работы на Fullagar'e показал вполне применимость нового метода. Корпус построен из стали обычного качества согласно правил Ллойда. Руководящими правилами при

проектировании и выполнении работ в мастерских было: всеми мерами избегать "верхних" швов (overhead), и так как избежать этого совершенно невозможно, то стремились к тому, чтобы вторую кромку соединения, куда неизбежно входил "верхний шов", сварить надежным и надлежащим образом. Стремилась всеми мерами все швы, где это возможно, делать не на судне, а в мастерских. Когда листы соединялись в притык с накладной плавкой с внутренней стороны, то эта планка приваривалась "легким" швом в мастерской и по сборке на судне производилась сварка остальных мест, как указано на черт. 24. Когда листы соединяются край на край, как это применяется в обшивке, непрерывная сварка делается с обеих сторон. Главный полный (heavy) шов делается в удобном положении—по отношению рабочего электрода он будет расположен над ним, а другой шов (overhead) производится легкого типа. Это усматривается из черт. 25 и 26. В очень многих местах применяется система прерывистой сварки (tack welding), т. е. сварка производится частями, где не требуется водонепроницаемость. Она делается в видах экономии рабочей силы и материала. Это видно на черт. 27. Конструкция разных других соединений ясна из черт. 27—34.

Если обозначим буквою *F* полную сварку, *L* легкую и *T* частичную, прерывистую, то практикою выработаны следующие нормы их применения:

Внутр. Наружн.
кром. кром.

а) Стыки листов обшивки, палубы и внутреннего дна.	}	<i>F</i>	<i>F</i>
б) Стыки продольных связей.			
в) Концы листов обшивки, палубы и внутреннего дна.			
г) Стыки и концы (кромки) листов переборок.	}	<i>L</i>	<i>F</i>
е) Шпангауты к обшивке, обратные угольники к шпангаутам и флорам.			
ф) Бимсы к палубе.	}	<i>T</i>	<i>L</i>
г) Продольные непрерывные угольники.			
и) Боковые связи интеркостелн.			
й) Связи переборок.			

В результате обследования свойств сварных соединений Ллойд дал свое одобрение и разрешение на применение электрической сварки (quasi—arc system) в конструкции судов и в настоящее время выработаны правила для пользования сваркой.

Английское адмиралтейство после опытов в Портсмуте, разрешило построить в виде опыта на одном из военных судов отсек длиной 20', применив сварку вместо заклепок, но в конечном своем выводе оно не разрешило применения сварных швов в ответственных конструкциях военного судна. В подкрепление своего решения, английское адмиралтейство приводит следующие соображения. Процесс применения сварки к судовым конструкциям находится еще в начальном периоде своего развития; пока в настоящее время ни инженеры, ни конструкторы, чертежники и рабочие в адмиралтействах недостаточно воспитаны и приспособлены, чтобы в большом масштабе и с уверенностью применять новый метод; сейчас никоим образом нельзя рассчитывать на то, чтобы работа среднего мастерового адмиралтейства соответствовала тому искусству, какое требуется для обеспечения хороших качеств сварки; правила Ллойда, разработанные и принятые для коммерческих судов, Англ. адмиралтейство считает неприемлемыми для судов военного флота.

Вот две точки зрения на это дело. Из внимательного рассмотрения всего обширного материала, я прихожу к заключению, что в вопросе о замене заклепочных швов сварными мы переживаем теперь переходный момент. Нужно действительно время на воспитание личного состава и не могут быть сразу преодолены те затруднения, кои местами встречаются при сварке и, очевидно, будет период ближайшего будущего, когда суда будут смешанной постройки—там, где будет выгодно, удобно и легко произвести сварку, такая будет произведена, а в тех местах, где будет признано невозможным приспособиться к выгодной и надежной сварке, очевидно будут ставить заклепки и это конечно будет до тех пор, пока корабельный инженер не видоизменит конструкции и окончательно ее не приспособит под сварку. Стимул же для такого стремления будет весьма сильный, так как, как я уже указывал выше, постройка опытовой баржи дала основание ожидать экономии до 20—45% в рабочих силе.

Английское адмиралтейство, не разрешив постройки военного судна без заклепок, разрешило применение электр. сварки во всех тех конструкциях, где прочность шва не

играет существенной роли, как напр.: комингсы и крышки со всеми приспособлениями, световые люки, рамки для водонепроницаемых дверей, разные воздухопроводы, разные цистерны, ящики, трубопроводы для пресной и соленой воды; скрепление сваркою фундаментов машин и котлов с верхним днищем, чтобы избежать отверстий в стенках резервуаров для масла, обделочные кольца на шпангоуты, бимсы, проходящие через водонепроницаемые переборки и т. д.

Приложение газовой и электрической сварки к ремонту судовых корпусов и механизмов, если включить сюда и разрезку металла, можно сказать безгранично. Из бесконечно большого числа примеров, отмеченных в иностранной литературе, укажу на некоторые выдающиеся. Форштевень английского крейсера, имевший трещины в 4 местах и разбитый т. о. на пять частей, был исправлен в течение 7 дней, афтерштевень броненосца, имевший капитальные повреждения, исправлен в 6 недель; лопнувший кронштейн гребного вала дестройера был также быстро заварен и скреплен сваркою особой накладкой. Во всех случаях такого ремонта металл в месте трещины разрубался и делалась образная канавка, которая и заваривалась. На одном из судов верхний пояс обшивки, толщиной листов в $\frac{3}{4}$ "", был совершенно разъединен глубокими раковинами на протяжении 115 фут. (черт. 35). Все раковины были заварены электрическим способом, причем работа эта заняла времени в 7 раз менее того, какое требовалось для постанковки нового листа и введения судна в док, чего не надо было делать при заварке листа эл. способом. В области ремонта механизмов имеются указания на многообразные случаи применения газовой и особенно электрической сварки при ремонтах паровых котлов: завариваются изношенные части в тех местах, кои, вследствие неблагоприятных условий службы, получили местное разъедание и местное, т. о., ослабление прочности. Безнадежно текущие заклепочные швы, где чеканка уже не помогала и когда чеканить было уже нечего заваривались с успехом по кромкам и наконец всякого рода трещины при внимательной работе также успешно заваривались. Как характерный факт широкого распространения этого дела за границей, приведу ответ изобретателя электрического способа сварки Kjellberg'a, данный им представителю одной из фирм в Глазго, просившему его сделать опыт сварки планок, вырезанных из старого котла, где листы подверглись сильному местному разъеданию, ослабившему прочность листов. Kjellberg согласился при условии, что необходимые планки для опытов будут доставлены из Англии, так как в

Шведски невозможно найти котла с таким сильным местным разъединением, так как в настоящее время все такие изношенные листы легко исправляются на месте. Ответ, если и утрирован, то во всяком случае характерен. Из области ремонта механизмов не могу пройти молчаньем капитального ремонта механизмов 15-ти германских судов, интернированных в Америке по случаю войны ее с Германией. Ремонт относится к 1917 году. Дело в том, что механизмы этих судов немцами были испорчены настолько серьезно, что Комиссия американских морских инженеров высказалась за необходимость почти на все суда отлить новые паровые цилиндры, так как паровые цилиндры были подвергнуты особо сильному разрушению: отломаны патрубки главных паровпускных клапанов, выломаны большие куски и т. д. Замена паровых цилиндров новыми требовала большого времени. Тогда морское министерство обратилось за содействием в этом вопросе к администрации американских железнодорожных мастерских, развивших у себя в большом масштабе ремонт транспорта методами электрической заварки и в результате осмотра было решено все поломанные паровые цилиндры исправить путем электрической сварки, несмотря на оппозицию и скептицизм в этом вопросе со стороны морских инженеров. Работа была исполнена очень быстро и суда были отремонтированы с большим успехом. Способ работы был таков: обломанные поверхности очищались и получалась V-образная канавка между поверхностью или краем цилиндра и привариваемого куска. Когда канавка была готова, ввариваемый кусок вынимался и на поверхность скосов наваривался внимательно тонкий слой стали. Известно, что непосредственно заварку сталью двух сближенных между собою поверхностей чугуна произвести затруднительно, но если предварительно нанести слой стали на эти поверхности, то затем уже эти осталевапные поверхности сварить будет нетрудно обычным методом работ. По краю V-образной канавки ввертывались шпильки в два ряда, диаметром в $1\frac{1}{2}$ " , и в расстоянии $1\frac{1}{2}$ диаметра между центрами. Эти шпильки входили в область, захватываемую сваркою, и это делалось в целях наилучшего закрепления ввариваемой части. Суда, отремонтированные таким путем, были успешно пущены в работу и это послужило доказательством целесообразности метода работ.



СТЕННОЙ табель-календарь	1 р. 50 к.
Инж. СЫРОМЯТНИКОВ, С. П.—Работа паровоза	15 " — "
Инж. ГЕКОВИЧ, Э. Э.—О нормах расхода топлива на жел. дор.	37 " 50 "
ОБЗОР состояния работы транспорта в 1921 г.	75 " — "
ЖУРНАЛ «ТРАНСПОРТ» (ИЗУЛ)	40 " — "
ПЕРВЫЙ СЪЕЗД работников паровозостроения	15 " — "
ИССЛЕДОВАНИЕ коксуемости Суджанской камен. копи	7 " 50 "
Инж. ВАСИЛЬЕВ, М. П.—Инструкция по определ. норм работы станц. служащих	15 " — "
Инж. БЕЛАНЖЕ, В. А.—Нормировка времени и рабочей силы по ремонту паровоза. 2-е издание 1911 г.	75 " — "
МАТЕРИАЛЫ по статистике пут. сообщ. Вып. I, II, IV, V и VI, 1911 года.	225 " — "
Т о ж е. Вып. III, 1921 г.	225 " — "
СТАТИСТИЧ. сборники изд. бывш. Минист. путей сообщения Цены разные, но не дороже	150 " — "
КАРТА пут. сообщ. Европейск. России, масшт. 40 вер. в дюйме. Изд. 1920 года.	375 " — "
Т о ж е. Масшт. 150 вер. в дюйме. Изд. 1917 г.	45 " — "
Т о ж е. Масшт. 150 вер. в дюйме с подразделением жел. дор. на частные и казенные. Изд. 1917 г.	45 " — "
Графическое изображение движения товаров по железно-дорожным и водным путям сообщения. Изд. 1910 и 1911 гг.	52 " 50 "
Картограммы 60 верст в масштабе	93 " 70 "
Схематическая карта (издание бывш. Зауера)	225 " — "
ШТАНГЕ.—Памятка книжка для начальника участка службы тяги	75 " — "
Инж. БУТАКОВ, П. Н.—Оплата труда мастеровых и рабочих ж.-д. мастерских	37 " 50 "
СВС, Н.—Борьба со снежными заносами при помощи лесных насаждений	37 " 50 "
Проф. ДУБЕЛИР, Г. Д.—Определение отверстий для малых мостов	55 " 20 "
ИНСТРУКЦИЯ стрелочникам рядовым и старшим	15 " — "
Т о ж е. По уходу за свинцовыми телеграфными аккумуляторами	15 " — "
Т о ж е. Дорожному мастеру	35 " — "
ПРАВИЛА о порядке производства маневров	15 " — "
ИНСТРУКЦИЯ раздатчикам материалов в магазинах железных дорог (Ш ХМУ № 18,00)	10 " — "
Т о ж е. Раздатчикам топлива на жел. дор. (Ш ХМУ № 9,00)а	10 " — "
Т о ж е. Старшему рабочему службы пути (Ш ЦУЖЕЛ № 18,000)	15 " — "
ПРАВИЛА пользования путевыми тележками (дрезинами) и путевыми вагончиками (П. ЦУЖЕЛ № 14,00)	10 " — "
ИНСТРУКЦИЯ начальникам материальных магазинов железных дорог (Ш ХМУ № 17,00)	10 " — "
Т о ж е. Путевому сторожу	10 " — "
Т о ж е. Начальникам складов топлива на железных дорогах (ХМУ № 15,00)	19 " — "
Т о ж е. Начальнику участка службы связи и электротехники (Ш ЦШ № 20,000)	29 " — "
ПРАВИЛА хранения всех материалов, поступающих в склады хозяйств.-матер. служб или частей линейного отдела для нужд железных дорог (П ХМУ № 11,00)	15 " — "
Т о ж е. Приемки материалов, поступающих в склады хозяйств.-матер. служб и частей линейных отделов для нужд железных дорог (Ш ХМУ № 9,00)в	15 " 25 " — "

ИНСТРУКЦИЯ Начальникам участков хозяйств.-материальных служб железных дорог (Ш ХМУ № 10 000)	10 р. — к.
ПРАВИЛА приема, содержания и ремонта паровозов (Приложение к § 69 (54) Правил технической эксплуатации железных дорог, открытых для общего пользования) (И. ЦУЖЕЛ № 19,000)	30 „ — „
ТРУДЫ XVII-го совещательного съезда начальников служб связи и электротехники.	300 „ — „
ДОБРОВОЛЬСКИЙ, А. А.—Эксплуатация железных дорог	170 „ — „
РЫНИН, Н. А.—Воздушные сообщения	150 „ — „
КАРЕЙША, С. Д., МАНОС, П. Я.—Наставление по борьбе со снежными заносами	150 „ — „
ШЕЛОУМОВ, П.—Материалы по вопросу об установлении нормальной системы предельных калибров	90 „ — „
МЕЛНКОВ, М. Ф.—О форме гирь	37 „ 50 „
ПОВЕРОЧНОЕ ДЕЛО (издание главной палаты мер и весов).	150 „ — „
ЖПЛИЦИНСКИЙ, И. П.—Практическое руководство к поверке мер и весов	150 „ — „
БЕРГ, В. А.—Проект усиления пропускной способности Петроградского порта, изд. 1922 г.	12 „ — „
РУНДО, А. М.—Применение ледоколов на внутренних водных путях	13 „ — „
ПОЛЯКОВ, М. А.—О центральном питании телеграфных станций, изд. 1922 г.	12 „ — „
МАЙШЕВ, П. В.—О мерах предупреждения проезда закрытых semaфоров	12 „ — „
КАРГИН, Д. П.—Задачи радиотехники на путях сообщения	12 „ — „
ЕГО-ЖЕ. Электрификация железнодорож. устройств.	18 „ — „
ЛЕБЕДЕВ, В.—Хлорирование воды на водонапорной башне Александровского завода Нвк. ж. д. в Петрограде.	12 „ — „
ИВАНОВ-СМОЛЕНСКИЙ, В. Г.—Учебник электротехники и проекты электрификации в Зап. Европе и Америке	18 „ — „
ЩУКИН, Н. Т.—Автоматическая смена и непрерывные тормоза для подвижного состава	18 „ — „
БУЕНОВСКИЙ, А. П.—Курс железнодорожной телеграфии и телефонии	2,5 „ — „
ВИХМАН, В. М.—Морские сообщения Сибири	40 „ — „
РОШЕФОР, Н. П.—Устойчивое положение	1125 „ — „
РОГИНСКИЙ, И. О.—Краткое руководство по железнодорожной сигнализации и централизации стрелок и сигналов	112 „ — „
СБОРНИКИ и МОНОГРАФИИ по вопросам науки и техники, Бюро иностранной науки и техники и Берлине	43 „ — „
ПАТОН, Е. О.—„Руководство по восстановлению разрушенных мостов“, с атласом	1200 „ — „

*) Цены указаны в дензнаках образца 1922 г.

Цены указаны на июль 1922 года.

Издания отпускаются за наличный расчет или по предъявлении квитанции о взносе причитающейся за издания суммы в Казначейство для зачисления в доход казны по смете доходов НКПС, § 27 ст. 14.

Иногородние покупатели должны, кроме того, оплатить почтовые расходы по существующему почтовому тарифу.

6

2039