

*The is information on qualitative indices of new equipment for production of longitudinal tubes in the article. Analysis of economical grounds of its implementation and the received economical effect on energy conservation is given.*

В. М. ГАЦУРО, Г. Э. МАЯУСКАС, ОАО «ММЗ»

## НОВОЕ СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА «ОАО ММЗ» – КАЧЕСТВО И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

В трубозлектросварочном цехе (ТЭСЦ) ОАО «Могилевский металлургический завод» в конце 2010 г. введены в эксплуатацию две новые энерго-сберегающие сварочные установки WELDAC-350 производства фирмы «EFD Induction a. s.» (Норвегия). Эти устройства – первая партия из приобретенного заводом новейшего технологического оборудования по плану технического перевооружения ОАО «ММЗ». Реализация данного проекта осуществлена по программе энергосбережения на 2010 год согласно Директиве № 3 Президента Республики Беларусь и при содействии Могилевского областного управления по надзору за рациональным использованием топливно-энергетических ресурсов.

Устройства WELDAC-350 поставлены взамен старым и энергоемким ламповым установкам ВЧС2–600/0,44. До принятия решения о закупке конкретной модели нового оборудования технические специалисты ОАО «ММЗ» посетили «Выксунский металлургический завод» (РФ), где установлены четыре установки фирмы «EFD Induction a. s.» и эксплуатируются на протяжении восьми лет без нареканий. Филиал и сервисный центр этой фирмы находятся в Санкт-Петербурге, что упрощает общение с поставщиком, решение многих организационных и неотложных технических вопросов.

Произведен всесторонний анализ технических и технологических преимуществ устройств WELDAC-350 по отношению к ламповым установкам ВЧС2-600/0,44.

1. Запатентованное самим производителем «EFD Induction» устройство с разработанными для ВЧС установок транзисторами IGBT на частоты до 350 кГц. Высокий КПД  $\geq 0,85$  и постоянный высокий коэффициент мощности ( $\cos\varphi = 0,95$ ). Современная модульная конструкция позволяет без дополнительных переделок расширить техни-

ческие возможности устройства, добавляя количество модулей мощности, и увеличить выходную мощность установки более номинальной 350 кВт.

2. Электронное согласование с нагрузкой, позволяющее автоматически установить оптимальную рабочую частоту сварки в пределах 150–220 кГц и автоматический выбор самим устройством наиболее экономичного режима работы в зависимости от толщины свариваемого металла и диаметра трубы.

3. Энергоемкость ВЧС2–600/0,44 заключалась еще и в том, что при любой остановке сварочного процесса и отключения анодного питания потреблялся ток для сетей накаливания ламп, которые по требованиям эксплуатации самих ламп часто отключать нельзя. Кроме того, система охлаждения ламп должна была быть включена заранее до включения накала ламп и отключена только после 10 мин при полном выключении ВЧС2-600/0,44. Точно суммировать, прогнозировать и учитывать от разных причин все кратковременные остановки трубосварочных станков и детально рассчитать потребление энергии не представляется возможным. WELDAC-350 потребляет энергию только при включенном сварочном режиме.

4. Полная автоматизированная система самодиагностики и контроля качества сварки, возможность на мониторе визуально отслеживать текущие и сравнивать с прошлыми рабочими параметрами всего процесса.

5. При переходе от частоты 440 кГц (ламповая ВЧС) к средней частоте 200 кГц, т. е. при снижении частоты сварочного тока, получается более высокое качество сварки.

6. В названии ламповой установки ВЧС2–600/0,44 цифра 600 указывает общую мощность на анодах ламп, при нагрузке в лучшем случае будет не более 400 кВт. В WELDAC-350 цифра 350 – это

средняя мощность именно при нагрузке, которая реально может быть большей в зависимости от расположения элементов в сварочном узле и размеров индуктора.

7. Ламповое устройство ВЧС2–600/0,44 постоянно простаивало из-за поломок, кроме того, частое перегорание ламп (на одной установке – 4 шт. за 2009 г.) по цене за 1 шт. порядка 10 тыс. евро, которые импортировались в Республику Беларусь. По габаритам занимало отдельное помещение, для охлаждения была нужна сложная система с емкостями в подвальном помещении и градирней.

8. Устройство WELDAC-350 занимает один шкаф, в котором находятся все блоки установки и малогабаритная станция охлаждения.

9. Гарантийный срок, предоставляемый производителем – 5 лет, превышает срок окупаемости в 2,5 раза. Производитель допускает использование отечественных аналогов во вспомогательном оборудовании для WELDAC-350.

Эти факторы учитывались только при закупке оборудования в 2010 г. В 2011 г. при возникших затруднениях на рынке в расчетах с валютными средствами оказалось, что ОАО «ММЗ» имело бы еще большие проблемы при закупке запасных ламп для старой ВЧС. Под угрозой могли оказаться срывы плана производства. Также уже в начале 2011 г. в ТЭСЦ налажено изготовление собственными силами быстроизнашивающихся сварочных элементов – индукторов, что допускает по заключенному контракту производитель. По параметрам они не уступают оригинальным, цена которых в среднем 900 евро за 1 шт. (в зависимости от внутреннего диаметра индуктора).

В марте 2010 г. было составлено Техническое задание и объявлен конкурс на закупку новых ВЧС установок. Другие фирмы, приславшие на конкурс свои предложения, не имели действующих установок на пространстве СНГ, также их изделия по параметрам уступали WELDAC-350. Ознакомившись на Выксунском металлургическом заводе

с условиями эксплуатации и эффективности их работы, было принято окончательное решение о закупке.

Первоначально казалось, что установки WELDAC-350 – это оборудование новейших технологий и требует при их эксплуатации опытного квалифицированного персонала. Однако они оказались простыми в управлении – меню, монитор и клавиатура, схожие с обычным мобильным телефоном. Это позволило операторам станков быстро освоить управление данными установками уже в первые дни их работы. Для обслуживающего технического персонала ТЭСЦ во время монтажа WELDAC-350 представителем фирмы «EFD Induction» было организовано на месте ознакомление и обучение по внутренней структуре устройства, назначению и работе функциональных модулей, диагностике и программному обеспечению.

Рассматривая качественные показатели изготовленных (в течение срока эксплуатации новых установок) стальных профильных и круглых труб, следует отметить, что значительно улучшилось качество сварного шва. На рис. 1 показан образец отрезка трубы проваренный старой ВЧС2–600/0,44. На внешней поверхности ширина сварочного шва 6 мм и ширина сварки в глубину около 3 мм. Виден след от срезанного грата. На рис. 2 показан образец сваренного отрезка трубы на поверхности, по глубине металла получаем одинаковый и равномерный по ширине провар в глубину по стенке металла шириной около 3 мм. Уменьшилось количество грата – избытка наплавленного металла на лицевой и внутренней стороне стыкового шва (см. для визуального сравнения рис. 1 и 2).

Изменилась структура сварочного шва, что улучшило прочностные характеристики изготавливаемых изделий (для сравнения на рис. 3 показана трубная заготовка, сваренная на установке ВЧС 2–660/0,44, а на рис. 4 – WELDAC-350). В образце на рис. 3 нет четкого сварного шва, что свидетельствует о не полном проваре металла. На об-

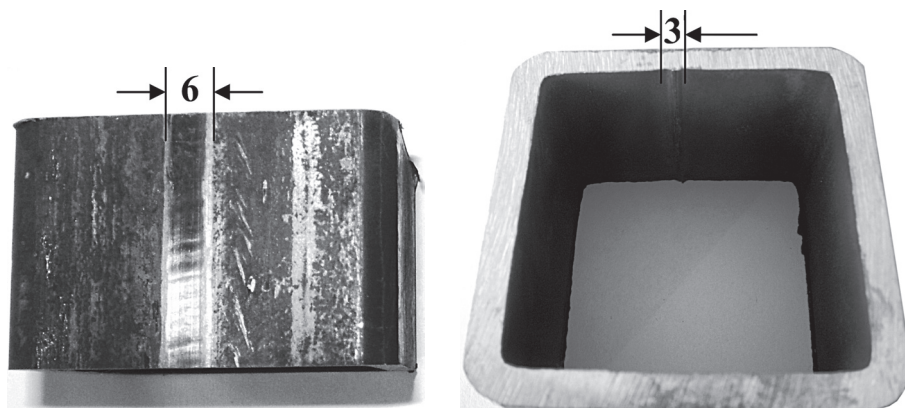


Рис. 1. До внедрения установки WELDAC-350

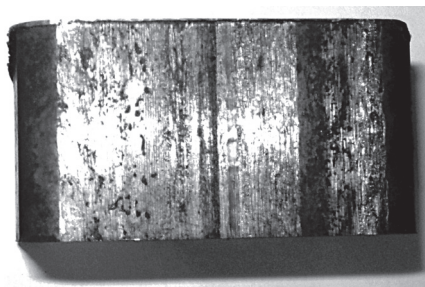


Рис. 2. После внедрения установки WELDAC-350

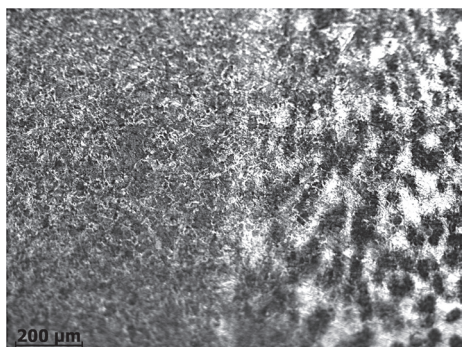
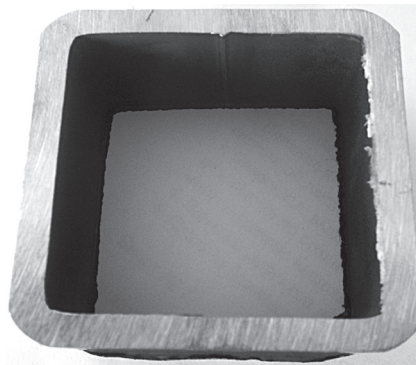


Рис. 3. Микроструктура стальной трубной заготовки, сваренной на установке ВЧС2-600/0,44.  $\times 100$

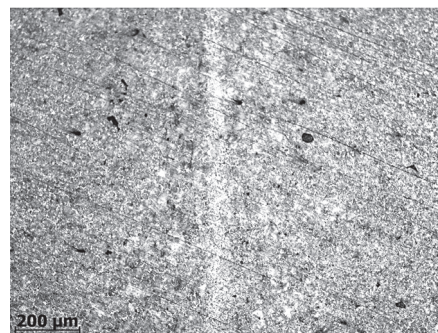


Рис. 4. Микроструктура стальной трубной заготовки, сваренной на установке WELDAC-350.  $\times 100$

разце, представленном на рис. 4, прослеживается четкая равномерность сваренной поверхности.

За истекший период с внедрением ВЧС не поступало претензий от потребителей по качеству сварки, изготавливаемой в ТЭСЦ продукции.

Обе установки начали давать экономию только по электроэнергии в год порядка 2 250 000 кВт·ч, что составляет в денежном выражении  $\approx 1,8$  млрд. руб. (на состояние I квартала 2011 г.), это не учитывая затрат на ремонт старого оборудования и простоев производства. Срок окупаемости нового оборудования при тарифе на электроэнергию (I квартал 2011 г.) – менее двух лет.

Ниже приведены сравнительные расчеты затрат и экономического эффекта от внедрения нового прогрессивного оборудования [1].

### СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ

#### Стан № 1. Сравнение WELDAC-350 и ВЧС2-600/0,44

Годовой расход электроэнергии при работе высокочастотной установки:

$$W = P_{\text{ном}} T K_{\text{и}}, \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где  $T$  – количество часов работы, ч;  $K_{\text{и}}$  – коэффициент использования.

Исходные и расчетные данные для определения расходов электроэнергии высокочастотными установками приведены (стан № 1) в табл. 1.

Таблица 1

Наименование оборудования	Установленная мощность $P_y$ , кВт	Количество оборудования, шт.	Коэффициент использования	Время работы $T$ , ч	Расход электроэнергии $W$ , кВт·ч
ВЧС2-600/0,44	860	1	0,6	3700	1909200
WELDAC-350	350	1	0,6	3700	777000

Годовая экономия электроэнергии при сравнении двух установок:

$$\Delta W = W_1 - W_2, \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$



Рис. 5. Установка WELDAC-350 в работе

Годовая экономия условного топлива от внедрения новой высокочастотной установки с учетом потерь на транспорт электроэнергии в электросетях (с учетом распределительных) составляет:

$$\Delta B = \Delta W b_3 (1 + k_{\text{пот}}), \text{ т у. т.},$$

где  $b_3 = 0,28 \cdot 10^{-3}$  т у. т./кВт·ч – средний удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии в энергосистеме (с учетом перетоков);  $k_{\text{пот}} = 10,5\%$  – потери электроэнергии в электросетях (с учетом распределительных) энергосистемы концерна «Белэнерго».

Для определения сроков окупаемости рассчитываются укрупненные капиталовложения на новую высокочастотную установку:

- стоимость оборудования (WELDAC-350)  $K_{\text{об}}$ , согласно договорной цене фирмы-поставщика;
- стоимость демонтажа старой установки, строительно-монтажных и пусконаладочных работ  $K_{\text{м}}$  (капиталовложения в мероприятие);

Срок окупаемости:

$$C_{\text{ок}} = K_{\text{м}} / \Delta_r$$

где  $\Delta_r$  – годовой экономический эффект.

Технико-экономическое обоснование применения ВЧ WELDAC-350 для стана № 1 приведено в табл. 2.

Таблица 2

Параметр	Формула	Результат	Примечание
<i>Расчет экономии электроэнергии</i>			
Расход электроэнергии (ВЧС 2–600/0,44), тыс. кВт·ч	$W_1$	1909	
Расход электроэнергии (WELDAC-350), тыс. кВт·ч	$W_2$	777	
Экономия электроэнергии за год, тыс. кВт·ч	$\Delta W$	1132	
Экономия условного топлива за год, т у. т.	$B_3$	350	С учетом потерь 10,5%
<i>Расчет срока окупаемости</i>			
Тариф на электроэнергию (с НДС), руб./кВт·ч	$C_3$	448	По региону с НДС
Стоимость WELDAC-350	$K_{\text{об}}$	—	
Капиталовложения в мероприятие	$K_{\text{м}}$	—	
Годовые издержки, сущ. вариант, млн. руб.	$31 = C_3 W_1$	855	
Годовые издержки, млн. руб.	$32 = C_3 W_2 + EK_{\text{об}}$	461	
Годовой экономический эффект, млн. руб.	$\Delta_r = 31 - 32$	394	
Срок окупаемости, лет	$C_{\text{ок}} = K_{\text{м}} / \Delta_r$	<2	
Нормативный коэффициент эффективности	$E$	0,12	

### Стан № 2. Сравнение WELDAC-350 и ВЧС2–600/0,44

Исходные и расчетные данные для определения расходов электроэнергии высокочастотными установками (стан № 2) приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование оборудования	Установленная мощность $P_y$ , кВт	Количество оборудования, шт.	Коэффициент использования	Время работы $T$ , ч	Расход электроэнергии $W$ , кВт·ч
ВЧС2–600/0,44	860	1	0,6	3650	1883400
WELDAC 350	350	1	0,6	3650	766500

Технико-экономическое обоснование применения ВЧ WELDAC-350 для стана № 2 приведено в табл. 4.

Таблица 4

Параметр	Формула	Результат	Примечание
<i>Расчет экономии электроэнергии</i>			
Расход электроэнергии (ВЧС 2–600/0,44), тыс. кВт·ч	$W_1$	1883	
Расход электроэнергии (WELDAC-350), тыс. кВт·ч	$W_2$	767	
Экономия электроэнергии за год, тыс. кВт·ч	$\Delta W$	1117	
Экономия условного топлива за год, т у. т.	$B_3$	346	С учетом потерь 10,5%
<i>Расчет срока окупаемости</i>			
Тариф на электроэнергию (с НДС), руб./кВт·ч	$C_3$	448	По региону с НДС
Стоимость WELDAC-350	$K_{\text{об}}$	—	
Капиталовложения в мероприятие	$K_{\text{м}}$	—	
Годовые издержки, сущ. вариант, млн. руб.	$31 = C_3 W_1$	844	
Годовые издержки, млн. руб.	$32 = C_3 W_2 + EK_{\text{об}}$	457	
Годовой экономический эффект, млн. руб.	$\Delta_r = 31 - 32$	387	
Срок окупаемости, лет	$C_{\text{ок}} = K_{\text{м}} / \Delta_r$	<2	
Нормативный коэффициент эффективности	$E$	0,12	

### ПРИМЕЧАНИЕ

Данные расчетов предоставлены на состояние 1-го квартала 2011 г.

Этот проект по масштабу в 2010 г. был одним из крупнейших в г. Могилеве и Могилевской области, реализация которого без поддержки и стратегической политики государства по энергосбереже-

нию оказалась бы невозможной. В 2011 г. планируется произвести в ТЭСЦ модернизацию стана № 3 и также внедрить новую, третью высокочастотную сварочную установку. Стратегические планы

ОАО «ММЗ» на 2012 год – приступить к реализации проекта в литейном цехе по замене плавильных агрегатов (вагранки) на среднечастотные индукционные печи.

#### Литература

1. М а я у с к а с Г. Э. Венец успешного хозяйственного года – новейшее передовое оборудование// Энергоэффективность. 2011. № 1. С. 18–20.