

# КОНЦЕПЦИЯ МИКРОЗАВОДОВ ДЛЯ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ ПРЕМИУМ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОШЛАКОВЫМ ПЕРЕПЛАВОМ

Л. Б. Медовар<sup>1</sup>, А. П. Стовпченко<sup>1,2</sup>, Ю. В. Костецкий<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины.  
03680, г. Киев-150, ул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

<sup>2</sup>Инжиниринговая компания «Элмет-Рол».  
03150, г. Киев-150, А. я. 259. E-mail: office@elmet-roll.com.ua

Предложен перспективный способ создания микрометаллургических заводов на основе электрошлакового процесса для производства высококачественной металлопродукции ответственного назначения переплавом отработанных изделий из высоколегированных сталей, сплавов и/или цветных металлов. Показаны преимущества использования печи электрошлакового переплава в качестве основного агрегата микрозавода для производства продукции премиум качества. Рассмотрены принципы комплектации микрозаводов на основе современных электрошлаковых установок, размещение которых требует минимума производственных площадей и капитальных вложений, а их эксплуатация обеспечивает высокие стандарты защиты окружающей среды и условий труда за счет автоматизации производственных процессов. Библиогр. 18, ил. 2.

**Ключевые слова:** электрошлаковый переплав; электрошлаковое литье; мини завод; микрозавод; высоколегированная сталь

**Введение.** Сегодня общепринято говорить о четвертой промышленной революции. В этой связи появилось и новое понимание роли и места таких традиционных отраслей промышленности как черная металлургия. Для Украины развитие черной металлургии особенно важно, поскольку в силу общеизвестных факторов черная металлургия может или превратиться в непосильное бремя для страны с широчайшим спектром проблем, включая экологические и социальные, или сыграть роль локомотива современной экономики.

Можно смело предположить, что для нашей страны наиболее благоприятным сценарием развития черной металлургии должна быть коренная модернизация устаревших предприятий наряду с выведением неэффективных мощностей. Однако с учетом особой роли черной металлургии Украины в экономике государства и сложившейся архаичной структуры металлургического производства следует искать рациональные пути ее изменения. Технические аспекты такого рода перерождения целой отрасли во многом будут определяться структурой потребления ее продукции, а в ряде случаев и самими потребителями.

**Тенденции структурной перестройки металлургии.** Естественно возникает вопрос: каким должно быть действительно современное металлургическое предприятие и выпуск какой продукции необходим? Ответить на этот вопрос кратко

невозможно, поскольку следует рассматривать различные аспекты этой многоплановой задачи. Однако некоторые ответы вполне очевидны. Создаваемое производство обязательно должно быть:

экологичным, с полным комплексом природоохранных технологий, чтобы современное общество воспринимало металлургию позитивно;

ресурсосберегающим и малоотходным, а в идеале — безотходным;

энергоэффективным за счет рационального потребления электроэнергии, воды, газа и других энергоносителей;

высокотехнологичным, с высокой степенью автоматизации, культурой производства высококачественной и современной продукции (высокопрочных сталей и сплавов для различных потребителей).

Последние десятилетия одним из основных направлений создания новых металлургических производств было и остается строительство мини-заводов для удовлетворения региональных потребностей в металле. Эффективность работы мини-завода в большой мере определяется минимальными затратами на доставку шихтовых материалов и перевозку готовой продукции, узкой специализацией сортамента преимущественно строительного назначения (сортовой прокат, арматура, катанка). Такое предприятие занимает небольшую площадь, использует современные высокоинтенсивные процессы, чаще всего ДСП, работающую на металлоломе с дуванием газа и кислорода, печь

ковш, МНЛЗ или литейно-прокатный модуль, что обеспечивает быструю окупаемость инвестиций [1–3]. Эффективность мини-заводов подтверждена опытом их многолетней эксплуатации в развитых и развивающихся странах. На постсоветском пространстве особенно показателен факт успешного функционирования Белорусского и Молдавского мини-заводов, построенных еще в рамках плановой экономики. Опыт Украины по мини-заводам не столь очевиден. В частности, опыт мини-завода ИСТИЛ, выделившегося внутри интегрированного завода полного цикла, оказался не слишком удачным. Дело в том, что традиционный для мини-заводов сортамент — катанка и арматура, режестр, широко представлен на мировом рынке и в Украине производится мощными интегрированными заводами, имеющими достаточно широкую сырьевую базу. Именно поэтому мы полагаем, что одним из перспективных путей совершенствования металлургии Украины может стать создание производств высококачественной легированной стали с годовым объемом производства менее 50000 т. Такие заводы малой производительности получили название микрометаллургических. Тенденция дальнейшего уменьшения годового объема производства с 0,5...1,0 (характерного для мини-заводов) до 0,3 и даже 0,05 млн. т в год наметилась в мире в самые последние годы. В большинстве случаев инициатива создания таких предприятий принадлежит компаниям, в производственном цикле которых регулярно образуется собственный лом в довольно больших объемах (горнодобывающая, металлообрабатывающая, нефтехимическая и химическая отрасли). Микрометаллургические заводы для выпуска продукции премиум качества появились, по нашей информации, в Иране, США, Исландии и их количество постоянно растет.

Речь идет о выпуске продукции конечного назначения, полностью используемой в собственном цикле или пользующейся высоким спросом на рынке. В определенном смысле можно сравнивать такие микрозаводы с металлургическим производством, например, в тяжелом машиностроении. Естественно, что металлургический передел на таких предприятиях предусматривает рециклинг отработанных деталей в аналогичные новые металлоизделия с минимальными затратами, чтобы получать продукт с высокой добавочной стоимостью. Именно этот основной принцип положен в изложенную ниже концепцию создания микрозаводов на основе современных установок электрошлакового переплава (ЭШП) для производства продукции премиум качества.

**Стратегия создания микрозаводов на основе технологий ЭШП.** Электрошлаковый переплав сегодня — это самый распространенный процесс специальной электрометаллургии для производства высокотехнологичной продукции.

Высокое качество продукции ЭШП и электрошлакового литья (ЭШЛ) доказано еще нашими предшественниками [4–6]. Хорошо известно, что большинство заготовок для наиболее ответственных изделий атомного, нефтехимического и других видов тяжелого машиностроения выпускается именно на печах ЭШП. Самая большая печь ЭШП, построенная в Китае, может выпускать слитки массой до 450 т и диаметром до 3500 мм. На большинстве передовых предприятий тяжелого машиностроения эксплуатируются печи, позволяющие выпускать слитки массой 150...250 т. Во всем мире также успешно работают машиностроительные предприятия, где с помощью печей ЭШП меньшей мощности производят слитки, заготовки и/или электрошлаковое литье. Масса одного слитка (плавки) на таких печах составляет чаще всего 1...5 т. Производимые слитки или заготовки подвергают деформации ковкой для получения разнообразных деталей.

Прекрасно работает созданная в Институте электросварки им. Е. О. Патона НАНУ (ИЭС) технология производства полого слитка, которая позволяет получать различные толстостенные трубы и оболочки, применяемые в литом виде (толщина стенок от 40 до 500 мм, диаметр от 100 до 1600 мм, длина до 9 м) [7–13]. Таким способом могут быть изготовлены бурильные трубы, фланцы, различные диски и полые оболочки, а в комплексе с кольцераскатной машиной можно получать уникальные изделия из сложнелегированных сталей высочайшего качества.

Благодаря относительно невысокой производительности процесса электрошлаковый металл имеет высокую плотность и однородность (практически отсутствуют усадочные и сегрегационные дефекты). Механические свойства изделий из литого металла ЭШП находятся на том же уровне, что и свойства катаного металла аналогичного состава и сечений, а по ударной вязкости даже превосходят таковые. Высокий уровень механических свойств металла ЭШП и особенно металла полых слитков ЭШП, позволяет применять их в литом виде без дополнительной деформации [13–16], что существенно уменьшает затраты на изготовление и, естественно, обеспечивает их конкурентоспособность.

Достоинством традиционного электрошлакового процесса является то, что можно непосред-

ственно переплавлять отработанные детали простой формы с изготовлением таких же новых, что обеспечивает удобство и экономичность процесса. Современные технологии 3D моделирования формы и прототипирования позволяют обеспечить при электрошлаковой выплавке и отливке минимальные припуски, приближая их показатели к технологиям аддитивного производства. Применение же технологии приплавления позволяет получать изделия сложной формы с соединением в жидком состоянии, формируя единую деталь. Такая технология много лет эксплуатируется для производства коленчатых валов.

Предлагаемая нами идея микрозаводов на основе технологии ЭШП основывается на следующих постулатах (рис. 1):

основная задача ЭШП сегодня — получение плотной заготовки высокого качества и заданного химического состава, а не рафинирование от примесей;

печи ЭШП совмещают плавление и разливку, что позволяет производить готовую или максимально близкую к готовой продукцию в одном агрегате;

размещение современной печи ЭШП со сменой электродов требует меньше площади и высоты в сравнении с любым другим видом процесса переплава и разливки;

применение лома в качестве электрода экономит энергоресурсы и позволяет превращать вышедшие из строя изделия в новые (ЭШЛ или ЭШП) с минимальными изменениями химического состава;

печи ЭШП могут комплектоваться дополнительным оборудованием для производства литья или труб, что позволяет производить на одном агрегате разные виды продукции;

процесс имеет относительно невысокую производительность, однако обеспечивает выход годного более 95 %, являясь чрезвычайно малоотходным производством, что очень важно в современных условиях;

современные системы управления печью ЭШП позволяют вести процесс в автоматическом режиме с 24-часовой «он-лайн» поддержкой от производителя оборудования или поставщика технологии, что снижает требования к начальной квалификации персонала.

В зависимости от номенклатуры планируемой к выпуску продукции, электрошлаковая печь оснащается кристаллизаторами нужного размера, а также литейными формами из чугуна и стали (кокили), тиглями из керамики (полностью или частично), графита, а также вращающимися ко-



Рис. 1. Преимущества печи ЭШП в основе микрозавода

килями для машины центробежного литья, что гарантирует гибкость реагирования на изменение потребностей рынка.

### Концепция микрозавода на основе печи ЭШП.

Все указанные преимущества позволяют нам рекомендовать комплекс из нескольких печей ЭШП в качестве основных агрегатов микрозавода по выпуску изделий премиум качества в объеме 3...25 тыс. т в год (рис. 2). Продукцией такого завода могут быть как слитки и заготовки под деформацию, так и литые трубы и другие виды литья, причем выбор продукции должен определяться внутренними потребностями металлпотребляющего предприятия или наличествующим для переплава высоколегированным ломом и, естественно, спросом в регионе.

Опыт показывает, что микрозавод на основе технологии ЭШП будет максимально эффективным если его ориентировать на:

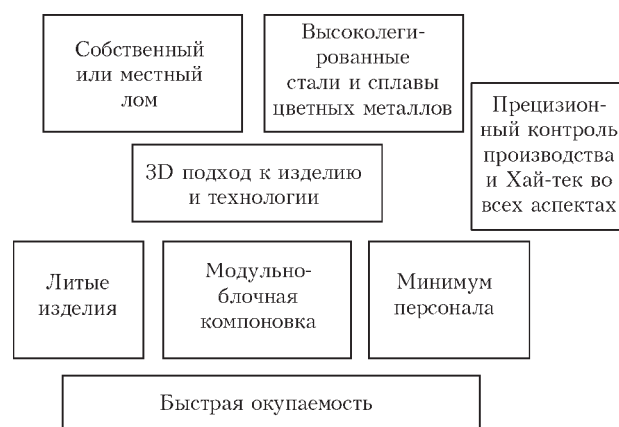


Рис. 2. Концепция микрозавода на основе печи ЭШП

переработку местного или собственного лома легированных и высоколегированных сталей, сплавов или цветных металлов (кусковой и дисперсный), что исключает затраты на перевозку;

применение современных средств моделирования формы и технологического процесса для минимизации обработки после выплавки;

производство высокотехнологичной продукции различной формы и назначения в литом виде или после минимальной деформации с применением одного агрегата;

модульную компоновку печи с возможностью расширения ее сортамента за счет установки дополнительных приспособлений и агрегатов, увеличения грузоподъемности;

высокую степень автоматизации производства, обеспечивающую высокие стандарты условий труда для небольшого персонала;

быстрый ввод в эксплуатацию за счет компактного дизайна и минимального количества оборудования;

соблюдение экологических требований.

Конструкция современных печей ЭШП предусматривает смену электродов по ходу плавки и защиту плавильного пространства, гарантируя высокое качество и конкурентную цену получаемых заготовок и изделий. Система управления печью делает возможным выполнение всех функций в автоматическом режиме, что гарантирует стабильное и воспроизводимое качество выпускаемой продукции, минимизирует расход электроэнергии.

В пользу предлагаемого подхода добавим и то, что сегодня во всем мире существенно возросло применение ЭШП и особенно в заготовительном производстве в машиностроении. Причем наиболее весомым аргументом в пользу применения именно электрошлаковых печей и технологий стали высокое качество продукции за счет реализуемых возможностей управления затвердеванием и обеспечиваемого при этом значительно более высокого выхода годного в сравнении с традиционными металлургическими производствами.

**Перспективный вариант реализации эффективного микрозавода на основе технологии ЭШП.** Уже много лет на предприятиях тепловой и атомной энергетики применяют задвижки ЭШЛ, а не кованные. В последние годы сертифицированы и литые трубы электрошлаковой выплавки для энергетики [17], получаемые вытяжкой полого слитка. Технология электрошлаковой выплавки полых слитков разработана в ИЭС и усовершенствована авторами настоящей статьи путем применения двух эффективных технических решений: разра-

ботки технологии и оборудования плавки полых слитков со сменой электродов по ходу процесса; прямой переработки жидкого металла, заливаемого из индукционной печи-миксера [18].

Оба варианта существенно уменьшают габариты печи и обеспечивают экономичность производства новых изделий из отработанных. Высокий уровень свойств (прочность, вязкость) металла, в т. ч. при отрицательных температурах, обеспечиваются не путем деформации, а термообработкой. При применении электрошлаковых технологий (ЭШТ) после удаления тонкого слоя гарнисажа труба имеет гладкую поверхность снаружи и внутри, которая механически обрабатывается в размер.

По нашему мнению строительство микрозаводов может быть целесообразно вблизи газо- или нефтепромыслов в составе ремонтно-механического комплекса горно-обогатительных комбинатов, где происходит регулярная замена отработанного инструмента и буровых труб.

Замена катаных или сварных труб литыми выгодна, поскольку исключает целый ряд энергозатратных операций, что делает перспективным применение ЭШТ для производства литых труб и оболочек самого различного назначения.

С экономической точки зрения организация микрозавода ЭШП выглядит весьма привлекательным инвестиционным проектом. Стоимость микрозавода ЭШП в базовой комплектации с двумя печами ЭШП 3-х или 5-ти т для выплавки сплошных слитков и полых заготовок со средствами термической обработки составит от пяти до десяти миллионов долларов США в зависимости от комплектации. Капитальные затраты на порядок ниже, чем для минизаводов, поскольку при небольшой производительности не нужны традиционные станы (прокатные, пильгер или трубосварочные). В то же время микрозавод может быть укомплектован машинами ротационнойковки, планетарным или кольцеракатным станом, которые занимают минимальные площади, но значительно расширяют сортамент продукции.

В качестве еще одного перспективного примера рассмотрим переработку инструмента. Для добычи полезных ископаемых на горно-обогатительных комбинатах используют большое число быстроизнашиваемых инструментов, изготовленных из легированных дорогостоящих сталей. Металлургический микрозавод ЭШП по переработке отработанных долот, шарошек в новый инструмент непосредственно вблизи места их потребления будет весьма экономичным и эффективным решением. Такой комплекс может включать оборудование для разборки и резки отработанных

инструментов, сварки их в электрод или выплавку последнего в малой индукционной и печи ЭШП, производящих профиль максимально приближенный к заданному. Такому микрозаводу помимо плавильного агрегата необходимы средства термической обработки, а для производства некоторых деталей — небольшой ковочный пресс, что позволит с минимальными затратами производить собственный инструмент из отработанного.

Небольшие габариты микрозаводов ЭШП позволяют размещение их в уже существующих промышленных зданиях, что снижает объем инвестируемых средств и сокращает срок окупаемости.

Для повышения гибкости микрозавода он может быть укомплектован (сразу или по мере развития производства) различными приспособлениями, например тиглем для производства различных видов ЭШЛ (здесь может быть самый широкий сортамент) или машиной центробежной отливки, если есть потребность в данном виде продукции.

Существенным является то, что такой микрозавод нуждается в минимальном составе обслуживающего персонала (до 15 человек) и является практически безотходным предприятием по переработке вторичных ресурсов, что соответствует всем современным тенденциям развития промышленности.

## Выводы

1. Применение печи ЭШП в качестве базового агрегата микрозавода позволяет выпускать высокотехнологическую продукцию премиум качества из аналогичных отработанных металлоизделий.

2. Предлагаемые принципы комплектации технологических процессов могут минимизировать необходимую для организации микрозавода площадь и обеспечить высокие стандарты защиты окружающей среды и условий труда за счет максимальной автоматизации производства.

## Список литературы

1. *The white book of steel*, World Steel Association (2012) ISBN 978-2-930069-67-8, <https://www.worldsteel.org>.
2. Ginzburg V. (2009) *Flat-Rolled Steel Processes: Advanced Technologies*.
3. D'Costa A. (2013) *The Global Restructuring of the Steel Industry: Innovations, Institutions and Industrial Change*, Routledge.
4. Патон Б. Е., Медовар Б. И. (ред.) (1981) *Электрошлаковый металл*. Киев, Наукова думка.
5. Патон Б. Е., Медовар Б. И., Бойко Г. А. (1980) *Электрошлаковое литье*. Киев, Наукова думка.
6. Медовар Б. И., Цыкуленко А. К., Дяченко Д. М. (1990) *Качество электрошлакового металла*. Киев, Наукова думка.
7. Медовар Л. Б., Стовпченко А. П., Головачев А. Н., Федоровский Б. Б. (2013) ЭШП и современные подходы к управлению затвердеванием крупного кузнечного слитка. *Современная электрометаллургия*, **3**, 12–18.

8. Медовар Л. Б., Стовпченко А. П., Федоровский Б. Б. (2013) Новое в технологии ЭШП крупных полых слитков. *Электрометаллургия*, **1**, 24–30.
9. Medovar L., Stovpchenko A. (2012) ESR of the Heavy Hollow Ingots. *Proc. of 1st International Conference on Casting, Rolling and forging, June 3–7, 2012, Aachen*.
10. Федоровский Б. Б., Тимашов Г. А., Бондаренко Л. И., Левчук М. Т. (1986) ЭШЛ длинных заготовок с получением одновременно нескольких отверстий малого диаметра. *Проблемы специальной электрометаллургии*, **3**, 38–39.
11. Medovar L. B., Jiang Zh., Stovpchenko A. P. (2008) Continuous Casting of Hollow Tubular Billets. *The 4th International Congress on the Science and Technology of Steelmaking ICS 2008, Gifu, Japan, 6–8, October 2008*, pp. 117–120.
12. Медовар Л. Б., Дудка Г. А., Стовпченко А. П. и др. (2014) Опыт и перспективы традиционного ЭШП для производства длинномерных полых слитков-труб. *Современная электрометаллургия*, **4**, 3–9.
13. Медовар Л. Б., Стовпченко А. П., Дудка Г. А. и др. (2014) Состояние и перспективы применения электрошлаковых технологий для производства длинномерных полых слитков. *Электрометаллургия*, **1**, 8, 11–20.
14. Петров А. К., Фурман Ю. С., Никитин Б. М. и др. (1973) Исследование качества литого и деформированного металла из полых слитков ЭШП. *Специальная электрометаллургия*, **20**, 18–24.
15. Коваль А. Е., Лямцев К. К., Конрад Ю. Г. (1982) О свойствах и работоспособности штамповых сталей электрошлакового переплава. *Проблемы специальной электрометаллургии*, **16**, 23–26.
16. (2010) *TU1301-039-00212179*: Трубы бесшовные из углеродистых и легированных сталей, изготовленные методом ЭШП, для трубопроводов ТЭС и АЭС. Москва, ЦНИИТМАШ.
17. Paton B. E., Medovar L. B., Saenko V. Ya. et al. (2007) New technological process of producing super-large steel ingots by ESC LM method. *Advances in Electrometallurgy*, **1**, 3–7.
18. Медовар Л. Б., Стовпченко А. П., Саенко В. Я. и др. (2010) Концепция универсальной печи ЭШП для производства крупных слитков. *Электрометаллургия*, **11**, 12–18.

## References

1. (2012) *The white book of steel: World Steel Association*. ISBN 978-2-930069-67-8, <https://www.worldsteel.org>.
2. Ginzburg, V. (2009) *Flat-rolled steel processes: Advanced Technologies*.
3. D'Costa, A. (2013) *The global restructuring of the steel industry: Innovations, institutions and industrial change*, Routledge.
4. (1981) *Electroslag metal*. Ed. by B.E. Paton, B.I. Medovar. Kiev: Naukova Dumka [in Russian].
5. Paton, B.E., Medovar, B.I., Bojko, G.A. (1980) *Electroslag casting*. Kiev: Naukova Dumka [in Russian].
6. Medovar, B.I., Tsykulenko, A.K., Dyachenko, D.M. (1990) *Quality of electroslag metal*. Kiev: Naukova Dumka [in Russian].
7. Medovar, L.B., Stovpchenko, A.P., Golovachev, A.N. et al. (2013) ESR and modern approaches to control of solidification of large forge ingot. *Sovremennaya Elektrometallurgiya*, **3**, 12–18 [in Russian].
8. Medovar, L.B., Stovpchenko, A.P., Fedorovsky, B.B. (2013) New in ESR technology of heavy hollow ingots. *Elektrometallurgiya*, **1**, 24–30 [in Russian].
9. Medovar L., Stovpchenko A.P. (2012) ESR of the heavy hollow ingots. In: *Proc. of 1st Int. Conf. on Casting, Rolling and Forging* (June 3–7, 2012, Aachen).

10. Fedorovsky, B.B., Timashov, G.A., Bondarenko, L.I. et al. (1986) ESC of long billets with simultaneous producing of several holes of small diameter. *Problemy Spets. Elektrometallurgii*, **3**, 38–39 [in Russian].
11. Medovar, L. B., Jiang, Zh., Stovpchenko, A. P. (2008) Continuous casting of hollow tubular billets. In: *Proc. of 4th Int. Congress on the Science and Technology of Steelmaking ICS 2008* (Gifu, Japan, 6–8, October 2008), 117–120.
12. Medovar, L.B., Dudka, G.A., Stovpchenko, A.P. et al. (2014) Experience and prospects of traditional ESR for production of long hollow ingots-pipes. *Sovremennaya Elektrometallurgiya*, **4**, 3–9 [in Russian].
13. Medovar, L.B., Stovpchenko, A.P., Dudka, G.A. et al. (2014) State and prospects of application of electroslag technologies for production of long hollow ingots. *Elektrometallurgiya*, **1**(8), 11–20 [in Russian].
14. Petrov, A.K., Furman, Yu.S., Nikitin, B.M. et al. (1973) Study of quality of cast and wrought metal from hollow ESR ingots. *Spets. Elektrometallurgiya*, **20**, 18–24 [in Russian].
15. Koval, A.E., Lyamtsev, K.K., Konrad, Yu.G. (1982) On properties and serviceability of die steels of electroslag remelting. *Problemy Spets. Elektrometallurgii*, **16**, 23–26 [in Russian].
16. (2010) *TU 1301-039-00212179*: Seamless pipes from carbon and alloy steels produced by ESR method for pipelines of TPP and NPP. Moscow: TsNIITMASH [in Russian].
17. Paton, B.E., Medovar, L.B., Saenko, V.Ya. et al. (2007) New technological process of producing super-large steel ingots by ESC LM method. *Advances in Electrometallurgy*, **1**, 3–7.
18. Medovar, L.B., Stovpchenko, A.P., Saenko, V.Ya. (2010) Concept of universal ESR furnace for production of large ingots. *Elektrometallurgiya*, **11**, 12–18 [in Russian].

**КОНЦЕПЦІЯ МІКРОЗАВОДІВ ДЛЯ ВИПУСКУ ПРОДУКЦІЇ  
ПРЕМІУМ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОШЛАКОВИМ ПЕРЕПЛАВОМ**

**Л. Б. Медовар<sup>1</sup>, А. П. Стовпченко<sup>1,2</sup>, Ю. В. Костецький<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Інститут електрозварювання ім. С. О. Патона НАН України.

03680, м. Київ-150, вул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

<sup>2</sup>Інжинирінгова компанія «Елмет-Рол».

03150, м. Київ-150, А. с. 259. E-mail: office@elmet-roll.com.ua

Запропоновано перспективний спосіб створення мікрометалургійних заводів на основі електрошлакового процесу для виробництва високоякісної металопродукції відповідального призначення переплавом відпрацьованих виробів з високолегованих сталей, сплавів і/або кольорових металів. Показано переваги використання печі електрошлакового переплаву в якості основного агрегату мікрозаводів для виробництва продукту преміум якості. Розглянуто принципи комплектації мікрозаводів на основі сучасних електрошлакових установок, розміщення яких вимагає мінімуму виробничих площ і капітальних вкладень, а їх експлуатація забезпечує високі стандарти захисту навколишнього середовища і умов праці за рахунок автоматизації виробничих процесів. Бібліогр. 18, іл. 2.

**Ключові слова:** електрошлаковий переплав; електрошлакове лиття; мінізавод; мікрозавод; високолегована сталь

**CONCEPTION OF MICROPLANTS FOR PRODUCING PREMIUM QUALITY PRODUCTS  
BY USING ELECTROSLAG REMELTING**

**L.B. Medovar<sup>1</sup>, A.P. Stovpchenko<sup>1,2</sup>, Yu.V. Kostetsky<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>E.O. Paton Electric Welding Institute, NASU.

11 Kazimir Malevich Str., 03680, Kiev, Ukraine. E-mail: office@paton.kiev.ua

<sup>2</sup>Engineering Company «Elmet-Roll».

A.s. 259, 03150, Kiev-150, Ukraine. E-mail: office@elmet-roll.com.ua

A challenging method of creation of micrometallurgical plants on the base of electroslag remelting process for producing critical high-quality metal products by remelting of waste products of high-alloyed steels, alloys and /or non-ferrous metals is offered. Advantages of applying the electroslag remelting furnace as a main unit of a microplant for producing the premium quality products are shown. Considered are the principles of completing the microplants with advanced installations, the arrangement of which requires the minimum production areas and capital investments and guarantees the high standards of environment protection and labor conditions in service by the automation of production processes. Ref. 18, Figures 2.

**Key words:** electroslag remelting; electroslag casting; miniplant; microplant; high-alloyed steel

Поступила 25.07.2017