

## 60 ЛЕТ ЭШП НА ЗАВОДЕ «ДНЕПРОСПЕЦСТАЛЬ»

Начало развития способа ЭШП приходится на середину сороковых годов прошлого столетия. В то время специалисты Института электросварки им. Е. О. Патона АН УССР вопреки мнению многочисленных оппонентов показали, что решением проблемы надежности сварных конструкций является повышение чистоты и однородности структуры основного металла [Медовар Б. И., Латаш Ю. В. (1965) *Электрошлаковый переплав*. Киев, Наукова думка]. Эта идея послужила толчком для проведения колоссальных работ по улучшению качества стали. Начиная с 1954 г. в Институте электросварки им. Е. О. Патона под руководством академика Б. Е. Патона группа ученых в лице докт. техн. наук Б. И. Медовара, канд. техн. наук Ю. В. Латаша и инженера Б. Н. Максимовича проводили исследовательские разработки способов улучшения качества стали. Результаты глубоких научных исследований качества металла слитков в несколько килограммов, наплавленных на аппаратах электрошлаковой сварки, стали начальным по внедрению в производство способа ЭШП.

В 1957 г. в г. Свердловске (сейчас г. Екатеринбург) на Всесоюзном совещании сталеплавильщиков Б. Е. Патон, Б. И. Медовар и Ю. В. Латаш сделали доклад «Электрическая выплавка высоколегированной стали и сплавов в медном водоохлаждаемом кристаллизаторе». Так на стыке двух областей техники — сварки и металлургии родился новый прогрессивный процесс — электрошлаковый переплав.

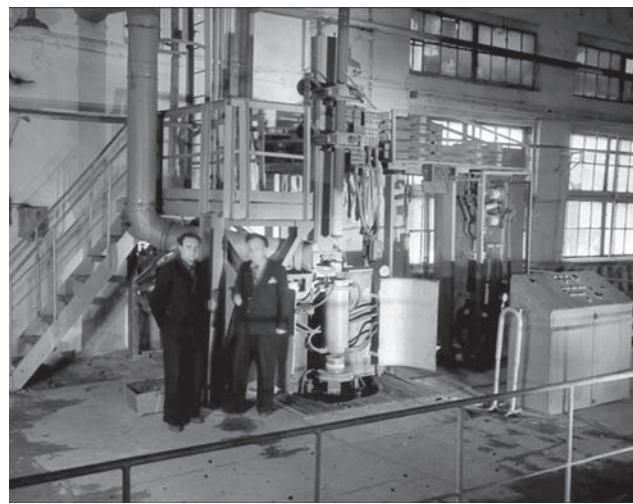


Рис. 1. Первая в мире опытно-промышленная печь ЭШП Р-909. Стоят у печи слева направо Ю. В. Латаш и Г. П. Маликов (ИЭС им. Е. О. Патона и ДСС), май 1958 г.

«ВПЕРВЫЕ В СОЮЗЕ», «ВПЕРВЫЕ В МИРЕ»!

Именно эти слова и понятия уверенно звучали в конце 50-х гг. на заводе «Днепропресссталь», когда речь шла о внедряемых в производство принципиально новых способах выплавки стали — электрошлаковом и вакуумно-дуговом переплавах.

Внедрение в жизнь промышленного способа получения электрошлаковой стали осуществилось благодаря директору завода «Днепропресссталь» А. Ф. Трегубенко, который обладал удивительным чутьем на все новое и перспективное, а также самому ярому приверженцу новых металлургических процессов С. А. Лейбензону.

Выдержка из книги «Это наша с тобой биография» [Лейбенсон В. А., Кренделев В. Н. (2000) *Это наша с тобой биография*. Запорожье, Издательство «Тандем-У»]: «В 1957 г. по заводу поползли тревожные слухи: директор затевает в СПЦ-1 какое-то опасное дело. Из адъюстажного отделения вывезли все оборудование и начали строить вакуумные дуговые печи, за которыми уже тянулся шлейф дурной славы. Плавили раньше в этих печах слитки титана и незадолго до этого произошло несколько взрывов печей с человеческими жертвами и большими разрушениями. Это одно. Но он еще начал строить печь совсем неведомого назначения, которое называли «электрошлаковый переплав» (ЭШП). Идею и первую опытно-промышленную печь под это назначение привезли из Киева, из Института электросварки имени Е. О. Патона (ИЭС). Было известно, что суть этого процесса заключается в расплавлении стальной штанги в слое шлака, температура которого достигает 2000 °С. А весь процесс происходит в медном водоохлаждаемом кристаллизаторе. Да какая же медь выдержит эту «сумасшедшую» температуру? «Жахнет», как пить дать! Ой, мудрит директор... Тем более, что его никто особенно и не заставлял это делать. Насчет освоения вакуумного дугового переплава (ВДП) стали указания министерства носили больше рекомендательный характер, там тоже побаивались взрывов, а об ЭШП в министерстве вообще толком ничего не знали, хотите — стройте на свой страх и риск и за свой счет. И А. Ф. Трегубенко строил, чуял — дело стоящее. И не ошибся. Первая плавка ЭШП была выплавлена 28 мая 1958 г. на установке Р-909 (рис. 1). Плавку подготовили и «варили» под руководством представителей ИЭС, плавильный мастер СПЦ-1 Л. И. Лаврентьев и стальевар И. Серый. Участвовали в плавке, как положено, дежурный слесарь и электрик, присутствовали



Рис. 2. Первые слитки ЭШП

на плавке руководители цеха и представители некоторых отделов и служб завода.

На первой плавке не было, как обычно в таких случаях, «авилонского столпотворения» — недобрые слухи о новых процессах сделали свое дело. К окончанию плавки пришел А. Ф. Трегубенко, ознакомился с ходом процесса. После отключения печи и небольшой выдержки слиток извлекли из кристаллизатора, обили с его поверхности шлак и увидели... совершенно гладкую поверхность без литейных дефектов, свойственных слиткам, отлитым в изложницы. Первый слиток был диаметром 250 мм, весил 300 кг.

Таким образом, впервые в мире, впервые в союзе 28 мая 1958 г. на заводе «ДнепроПСКСМЕТ» получен полупромышленный слиток электрошлакового переплава (рис. 2). Новое структурное подразделение на заводе было отнесено к ЦЗЛ как вакуумная лаборатория, возглавил ее заместитель начальника ЦЗЛ С. А. Лейбензон, которого позднее назначили начальником пятого сталеплавильного цеха.

Результаты по качеству металла первых плавок были, что называется, ошеломляющими. Металл ЭШП отличался от металла обычной выплавки удивительной плотностью и однородностью, а главное — низкой загрязненностью неметаллическими включениями. Выполнение исследований качественных характеристик металла контролировал лично А. Ф. Трегубенко, которые тщательно проводились группой специалистов ЦЗЛ. В результате директор завода А. Ф. Трегубенко принимает решение строить промышленные печи по производству слитков ЭШП своими силами.

Рассказывает главный механик завода того времени В. И. Немзер: «Была создана проектная группа из конструкторов проектного отдела и конструкторского бюро отдела главного механика (КБ ОГМ). Поставлена задача: спроектировать трехфазную электрошлаковую печь. Проектирование шло сложно и трудно, так как это была первая печь в мире и опыта проектирования не было,

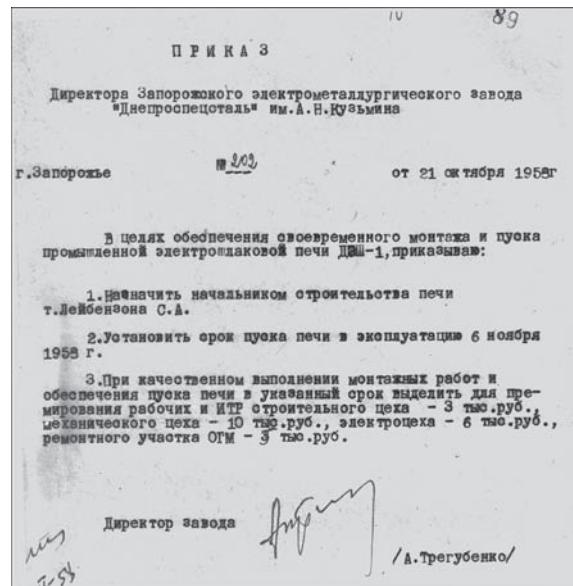


Рис. 3. Приказ директора завода «ДнепроПСКСМЕТ» о вводе печи ЭШП ДЭШ-1 (ДСС-1) в эксплуатацию

твёрдо сказать делаем правильно или нет затруднялось». Проект был выполнен в срок и изготовление двух трехфазных печей поручили службе главного механика. Согласно приказу № 202 от 21 октября 1958 г. печь планировали ввести в эксплуатацию 6 ноября 1958 г. (рис. 3). Заводские специалисты ремонтно-механического и электроремонтного цехов почти в установленный срок смонтировали и ввели в эксплуатацию в декабре 1958 г. две первые промышленные печи для электрошлакового переплава [Лейбензон С. А., Трегубенко А. Ф. (1962) *Производство стали методом электрошлакового переплава*. Москва, Металлургиздат] (рис. 4), чем положили начало промышленного внедрения новой технологии производства высококачественной стали».

Новая установка промышленного назначения, названная ДСС-1 (ДЭШ-1), состояла из двух одинаковых блоков. Каждый блок состоял из трех кристаллизаторов съемной конструкции. На печи можно было использовать различные кристалли-

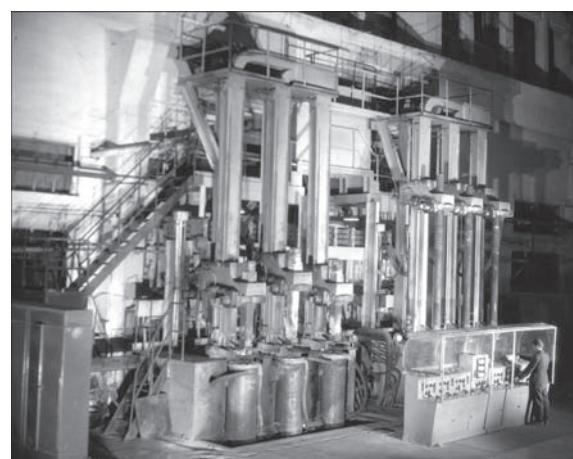


Рис. 4. Первая промышленная установка ДСС-1



Рис. 5. С. А. Лейбензон — первый начальник электрошлакового цеха СПЦ-5 на заводе «Днепропресссталь»

заторы: диаметром 300 и 425 мм (масса слитков 700 и 1100 кг соответственно) и квадратного сечения со стороной 310 мм (1100 кг).

С пуском промышленной печи ЭШП вакуумная лаборатория была ликвидирована и образован новый цех — СПЦ-5 (сталеплавильный цех № 5) во главе с С. А. Лейбензоном (рис. 5).

Металл ЭШП пошел к потребителю, отзывы были самые восторженные и его стали требовать в больших количествах. Печи ЭШП начали строить на электрометаллургических и некоторых машиностроительных заводах, а затем лицензии на процесс ЭШП были закуплены основными развитыми капиталистическими странами. Началось триумфальное шествие процесса ЭШП по всему миру.

Первые публикации о новом эффективном процессе получения высококачественных слитков, а значит сортового проката и листа, специальных профилей и поковок буквально всколыхнули мировую металлургическую общественность.

Кроме приобретения лицензий на использование процесса ЭШП крупные зарубежные металлургические компании приглашали специалистов ДСС и ИЭС на шефмонтаж, пуск оборудования и обучение специалистов работе на печах ЭШП, приемам работы и искусству получения особо



Рис. 6. Академик Б. И. Медовар докладывает о ходе работ Президенту АН СССР В. М. Келдышу в СПЦ-5

высококачественных слитков из сталей и сплавов самого широкого назначения. Одной из первых фирм, пригласивших группу из четырех специалистов-технологов из ИЭС им. Е. О. Патона в 1970 г., была шведская фирма «Авеста-Ернберг» (г. Авеста). От завода «Днепропресссталь» в состав этой бригады был включен заместитель начальника СПЦ-5 Казаков С. С. Следует отметить, что работали все не только в качестве консультантов, приходилось работать сталеварами, проектантами, сварщиками, операторами и даже машинистами кранов, невзирая на должности и звания.

При выполнении контрактов основную долю опытных плавок выполняли исключительно украинские специалисты и лишь затем к печи постепенно допускались сотрудники компаний. Следует отметить, что в процессе освоения печи на «Авесте» сразу были выплавлены листовые слитки массой 10 т, из которых получен полирующий лист из нержавеющей стали, полностью отвечающий требованиям заказчиков из Англии и других стран.

В конце 60-х годов специальными решениями директивных органов страны было принято решение об организации производства крупногабаритного толстолистового проката из слитков ЭШП для нужд оборонной техники. Работу проводили специалисты завода «Днепропресссталь», ИЭС, ЦНИИЧермет, «Прометей» и других организаций. В самые сжатые сроки в СПЦ-5 были смонтированы и пущены в эксплуатацию сначала две печи У-436, затем ЭШП-16 и вскоре три печи ЭШП-20. Этой работе придавалось исключительно важное значение со стороны Академии Наук.

В 1973 г. на пуск 40-тонной листовой печи ЭШП, разработанной по проекту ИЭС им. Е. О. Патона, командирована очередная группа украинских специалистов. Печь была смонтирована на одном из заводов крупнейшей в мире сталеплавильной



Рис. 7. Бригада украинских специалистов во главе с Б. И. Медоваром (третий слева) вместе с сотрудниками фирмы «Ниппон Стил Корпорэйшин» на 40-тонном слитке ЭШП, Япония, г. Явата, 1974 г.

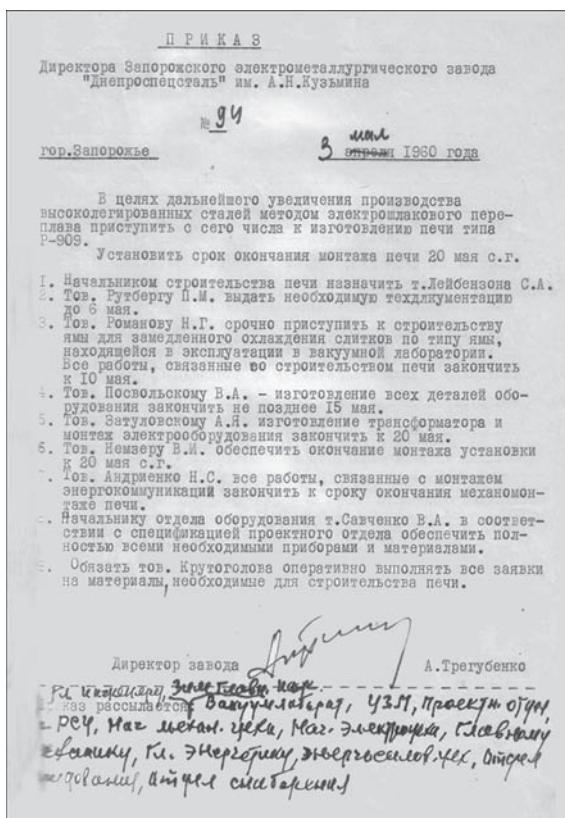


Рис. 8. Приказ директора завода А. Ф. Трегубенко о строительстве печи Р-909 № 94 от 03 мая 1960 г.

компании «Ниппон Стил Корпорэйшн» (Япония, г. Явата). В группу специалистов включили знаменитого сталевара, работающего на листовых печах СПЦ-5 ДСС Миняйло Н. И. В команде от ИЭС состоял ныне доктор технических наук Богаченко А. Г., который при освоении листовых печей на заводе «Днепропресссталь» в прямом смысле слова дневал и ночевал в цехе. Это был замечательный тандем, который отлично работал в Японии.

На рис. 7 запечатлен уникальный листовой слиток весом 40 т, на котором расположились японские и украинские специалисты, среди которых академик НАН Украины Медовар Б. И. (третий слева), Богаченко А. Г. (четвертый слева) и Миняйло Н. И. (шестой слева).

В 1974–1975 гг. передавали технологию и свои на- выки по введению в эксплуатацию печи ЭШП на заводе «Благой Попов» (Болгария, г. Перник). В состав делегации кроме специалистов ИЭС им. Е. О. Патона были включены и специалисты завода «Днепропресссталь» — заместитель начальника СПЦ-5 С. С. Казаков и сталевар СПЦ-5 В. И. Зиновьев. Все пункты контрактов были успешно выполнены.

Продолжим наши воспоминания как осваивали процесс ЭШП на заводе «Днепропресссталь» и как менялся сам завод.

С целью увеличения производства стали способом ЭШП директор завода А. Ф. Трегубенко вы-

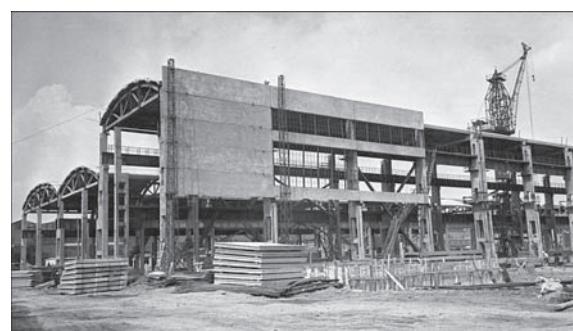


Рис. 9. Фрагмент строительства основного здания СПЦ-5  
пускает приказ № 94 от 3 мая 1960 г. о строитель-  
стве печи ЭШП Р-909 (рис. 8).

Необходимость увеличения производства стали и улучшение его качественных характеристик стимулировалось в то время государством в связи с возрастающей потребностью страны в металле для нужд оборонной промышленности. И в августе 1961 г. начинается строительство нового крупнейшего в Европе цеха электрошлакового и вакуумно-дугового переплавов (рис. 9, 10).

Техническое задание для проектирования цеха готовили специалисты нашего завода с самым активным участием сотрудников ИЭС им. Е. О. Патона и с привлечением компетентных представителей технологических и проектных институтов. Проектировала цех запорожская бригада «Укргипромеза» (руководитель Ю. А. Матвиенко). Но сам по себе цех должен был представлять только часть, хотя и главную, целого комплекса, в который входили: строящееся в СПЦ-1 отделение полунепрерывной разливки стали (УПНРС) для отливки электродов и проектируемый для завода кузнечно-прессовый цех (КПЦ), значительную часть производственной программы которого должны были составлять поковки из слитков ЭШП и ВДП.

Головной цех комплекса СПЦ-5 построили трехпролетным с открытой эстакадой для раскрытия электродов. Печной пролет цеха состоял из двух отделений — ЭШП и ВДП. В отделении ЭШП монтировали печи для выплавки сортовых слит-



Рис. 10. Фрагмент строительства сортового отделения ЭШП-1 СПЦ-5

ков (для производства прутков и поковок) двух типов: ОКБ-1065 под слиток максимального веса 4,2 т (основной электрод литой квадрат 370 мм) и ОКБ-905 под слиток максимального веса 2,5 т (основной электрод — литой круг 235 мм). Печи для этого отделения спроектировали и построили на Дагестанском заводе электротермического оборудования (ДагЗЭТО). Позже для этого отделения в ИЭС им. Е. О. Патона спроектировали печи ЭШП типа У-328 и У-436 с прямоугольными кристаллизаторами для выплавки листовых слитков весом 5 и 10...12 т соответственно из катаных электродов необходимых размеров. Хотя проект этих печей был, но изготавливать их ни один специализированный завод не брался и пришлось уже ранее проверенным способом строить эти печи силами машиностроительных предприятий Запорожской области. Так были построены печи типа У-436, а печь У-328 создана в ИЭС и передана заводу.

Отделение ВДП было в основном оснащено печами типа ДСВ-6,3-Г6 — дуговые, сталеплавильные, вакуумные печи с максимальным диаметром кристаллизатора 630 мм для получения слитка весом до 6-ти т. Под эти слитки отливали электроды в составные кокильные изложницы. Промежуточным для этих печей был кристаллизатор диаметром 500 мм под слиток весом до 4-х т для переплава литых на УПНРС электродов диаметром 405 мм. Второй тип печей для отделения ВДП-ДСВ-3,2-Г1, т. е. с кристаллизатором диаме-

тром 320 мм для получения слитков весом до 1-й т из литых электродов диаметром 235 мм.

В СПЦ-5 параллельно печному пролету строили термическое отделение с колпаками для замедленного охлаждения и электроколодцами для термообработки слитков ЭШП и ВДП. Далее следовало адьюстажное отделение, оснащенное отрезными и обдирочными станками для обдирки электродов и слитков ВДП. Были в этом отделении и установки для зачистки поверхности электродов ЭШП. Напомним, что КПЦ в середине 60-х гг. был еще только в стадии проектирования и на него (в части освоения производства металла переплавных процессов) в это время надежды не возлагали. Так был задуман на заводе комплекс по производству стали и сплавов способами ЭШП и ВДП. Большинство этих замыслов воплощены в жизнь и, более того, многие элементы намеченной технологической цепочки позже были уточнены и усовершенствованы. СПЦ-5 завода «Днепропресссталь» по большинству параметров, не исключая и эстетическую сторону вопроса, получился на славу и после его полного запуска в работу стал объектом паломничества металлургов из многих стран мира.

Пуск СПЦ-5 состоялся в июле 1966 г. Из книги М. С. Вульфовича: «К этому времени завод располагал ограниченным парком кристаллизаторов, освоенных ранее в вакуумной лаборатории, под максимальный слиток квадрат 350 мм весом



Рис. 11. Отделение сортовых печей ЭШП СПЦ-5



Рис. 12. Первая в мире бифилярная печь ЭШП У-436 для выплавки листовых слитков массой 9...13 т

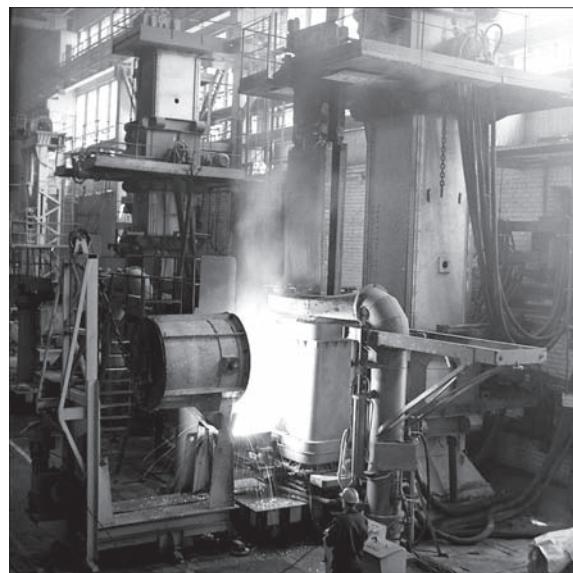


Рис. 14. Заливка шлака сифонным способом на печах ЭШП для выплавки листовых слитков массой 10 т

1500 кг. Переплавляли в них катаные электроды квадрат 180...195 мм. Эти самые кристаллизаторы и электроды к ним были использованы для пуска новых печей в СПЦ-5. А произошло это, без преувеличения можно сказать, историческое для нашего завода событие в начале июля 1966 г. и было достаточно эмоционально описано в статье «Старт цеха-гиганта» спецкора газеты «Индустриальное Запорожье» Т. Гришина, опубликованной 5 июля 1966 г. Цитируем: «2 июля, 12 часов дня. На рабочей площадке начальник цеха С. А. Лейбензон, старший мастер С. С. Казаков, старший электрик цеха Т. М. Бродский. Плавку под руководством мастера Л. В. Фролова готовят сталевар Артур Вяткин и его подручный Николай Рянов.

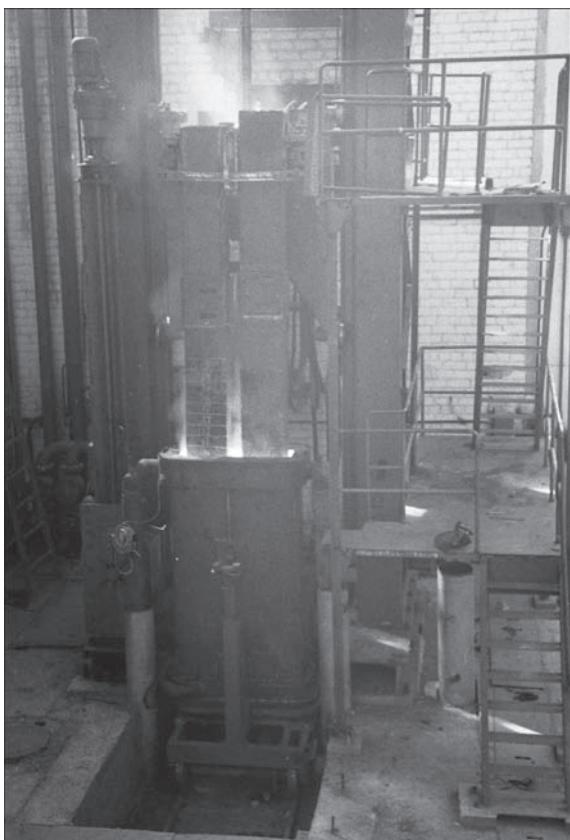


Рис. 13. Первая опытно-промышленная бифилярная печь ЭШП для производства листовых слитков массой 5 т

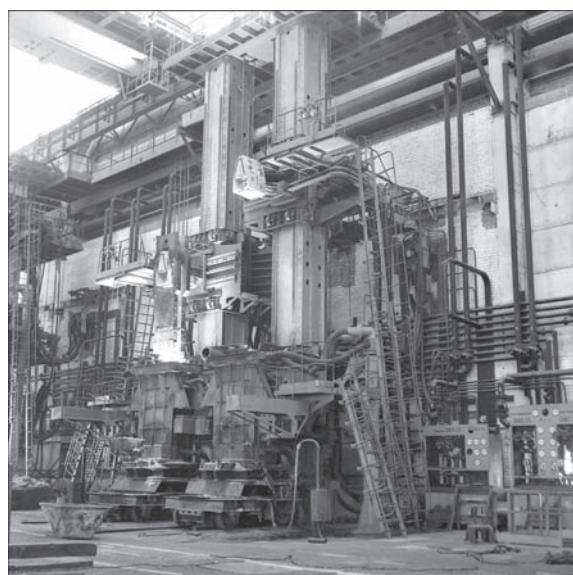


Рис. 15. Печи ЭШП 20 ВГ для получения листовых слитков массой до 20 т

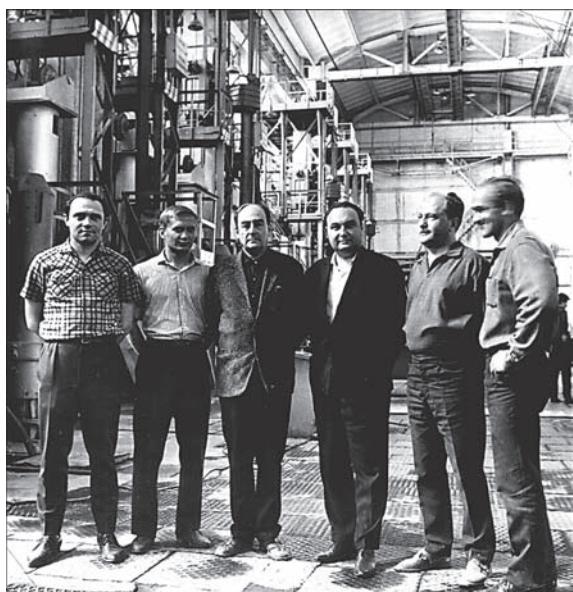


Рис. 16. Ученые ЭШПисты-первоходцы в СПЦ-5 завода «Днепропротсталь». Слева направо: Г. П. Кагановский, С. С. Казаков, С. А. Лейбензон, Ю. В. Латаш, В. Д. Кучеров, А. Г. Богаченко, 1965 г.

Следует команда: «Включить печь!». Поворот рукоятки, на световом табло загорается надпись: «Включена». Плавка началась. Собравшиеся поздравляют друг друга с пуском цеха. С лица А. Вяткина не сходит улыбка, он не скрывает своей радости, ведь именно ему посчастливилось вести эту плавку на новом агрегате в новом цехе.

Новый цех-гигант принял старт.

Первые три печи ЭШП (первый блок) начали работать практически одновременно. Акт приемки цеха в эксплуатацию был подписан в министерстве 30 сентября 1966 г. — официальная дата рождения цеха. Второй блок (печи 4–6) былпущен 3 ноября, а седьмая печь ОКБ-1065 (завершение первой очереди цеха) начала плавить металл с 3 декабря 1966 г.».

С пуском основного отделения СПЦ-5 прежний цех первоначально был переименован в СПЦ-6, затем в отделение СПЦ-5 (рис. 11). В этом цехе в

1966 г. трехфазные печи ЭШП заменили на более совершенные — однофазные. Руководили цехом в разное время В. П. Акулов и В. И. Положай.

В 1967 г. в СПЦ-5 введены в эксплуатацию две печи ОКБ-1065 (печи 8, 9) и четыре печи ОКБ-905 (печи 10–13). Печи 1–9 предназначены для получения сортовых слитков массой 4,3 т сечением квадрат 565 мм, печи 10–13 — для слитков массой 2,2 т сечением квадрат 415 мм. В том же 1967 г. 22 декабря в цехе впервые в союзе введена в эксплуатацию первая на заводе печь ЭШП У-436 для выплавки листовых слитков массой 10 т (рис. 12). В 1968 г. продолжалось наращивание мощностей по производству листовых слитков ЭШП и были введены еще две печи — У-436 и У-328 (рис. 13, 14). В конце 1968 г., а именно 31 декабря произошло крайне важное событие для развития переплавных процессов на заводе. В СПЦ-1 получена первая отливка на установке полунепрерывной разливки стали (УПНРС). Назначение этой установки — отливка электродов сечением квадрат 370 мм для производства сортовых слитков ЭШП и электродов диаметром 405 мм для ВДП.

Значительным технологическим объектом, введенным в работу в 1974 г., стала листовая печь ЭШП-16ВГ в СПЦ-5. Первую плавку на новой печи проводили 4 сентября. Плавку вел сталевар А. С. Соколов под руководством исполняющего обязанности старшего мастера Л. В. Фролова с участием руководителя группы ЦЗЛ Г. П. Кагановского. Плавка прошла нормально.

В 1976 г. произвели расширение цеха за счет пристройки дополнительного отделения, в котором разместили три сдвоенных листовых электроплавильных печи для получения слитков массой до 20 т (рис. 15).

Основным потребителем металла ЭШП была оборонная промышленность. За высокие качественные характеристики и пластичность, которую особенно оценили специалисты деформационного передела, металлурги и машиностроители назвали его «ДЕЛИКАТЕСНЫМ».

**Сплав науки с производством.** Высокие темпы внедрения процесса ЭШП и ввода в эксплуатацию печей потребовали от разработчиков своевременного технологического обеспечения. Промышленной технологии выплавки такого металла не было, да и не могло быть, ведь она разрабатывалась впервые в мире на заводе «Днепропротсталь». Не все шло гладко, для обеспечения качества слитков «патоновцы» и специалисты институтов, что называется ночевали и дневали непосредственно возле печи и отрабатывали технологию плавки.



Рис. 17. Лауреаты Государственной премии Украины 1977 г. в области науки и техники. В центре первого ряда Президент Академии наук УССР Б. Е. Патон



Рис. 18. Слиток из стали X12МФ-Ш диаметром 800 мм и массой 6 т

В числе первых огромный научный вклад в разработку технологии электрошлакового переплава на заводе «Днепропресссталь» внесли директор завода А. Ф. Трегубенко, кандидаты технических наук С. А. Лейбензон, В. Смоляков, К. С. Ельцов, Е. И. Мошкович, С. С. Казаков, Г. П. Кагановский, М. С. Вульфович, А. И. Хитрик. От ИЭС им. Е. О. Патона: Б. И. Медовар, Ю. В. Латаш, А. Г. Богаченко и др. Первые плавки ЭШП проводили сталевары И. Серый, А. Степанов, И. Христич, Н. Меняйло, В. Брацило, А. Синченко, Ю. Гогун и др. В процессе пуска печей и освоении технологии ЭШП участвовали: Л. Фролов, С. Казаков, В. Положай, Г. Бродский, А. Фукс, И. Бакуль, Е. Маркович, А. Константинов, В. Кукла, В. Добровольский, И. Чухлетов, А. Кондрашин, В. Зиновьев, П. Гайчук, В. Сержантов, А. Коломоец.

За освоение и развитие переплавных процессов на заводе «Днепропресссталь» директору завода А. Ф. Трегубенко присвоено звание лауреата



Рис. 19. Слиток из стали ШХ15СГ-Ш сечением квадрат 565 мм при извлечении из кристаллизатора



Рис. 20. Слитки из стали 08Х18Н10Т-Ш сечением квадрат 565 мм и массой 4,3 т

**Таблица 2. Производство стали способом ЭШП на заводах МЧМ СССР**

Год	Рост производства электрошлакового металла*	Количество марок сталей, полученных способом ЭШП	Увеличение максимального развеса слитков ЭШП, т
1958	1	10	0,3
1962	60	36	1,7
1966	—	—	4,0
1968	450	96	—
1969	—	—	13,0
1973	600	141	20,0
1976	900	168	—
1980	2600	185	—
1983	2800	190	40,0

\*1958 г. принят за единицу.



Рис. 21. Электрод из стали ЧС82-Ш после приварки инвентаря Ленинской премии. Лауреатами Государственной премии стали директор завода К. С. Ельцов и старший мастер вакуумного отделения цеха И. А. Третубенко. Звание дважды лауреат Государственной премии УССР и Украины и премии Совета Министров СССР присвоено С. С. Казакову.

В разработке и освоении технологии ЭШП завод сотрудничал с многочисленными научно-исследовательскими институтами как технологического, так и материаловедческого направления. Весьма тесное технологическое сотрудничество было с кафедрой Запорожского машиностроительного института, которую возглавлял коренной днепропетровец Ю. А. Шульте. За участие в разработке технологии ЭШП Ю. А. Шульте присуждена Ленинская премия. Безусловно специалистов, посвятивших свою жизнь процессу ЭШП, намного больше, чем перечислено выше. Некоторые из них представлены на рис. 16, 17.

В табл. 1 показано начало развития производства сталей в СПЦ-5.

Интересные данные приведены в материалах конференции по увеличению объема производства стали, переплавленной способом ЭШП на заводах МЧМ СССР за 25 лет (табл. 2).

С начала освоения производства металла способом ЭШП оформлено около 2000 изобретений, из них у нас в стране — 1500 и получено 90 патентов.

К сожалению происшедшие общественные процессы негативно отразились на производстве стали способом ЭШП. Однако цех находится в



Рис. 22. Слиток из стали ЧС82-Ш сечением квадрат 565 мм при извлечении из кристаллизатора

полной боевой готовности и сегодня производство металла ЭШП продолжается. Коллектив СПЦ-5 совместно со специалистами ЦЗЛ продолжают совершенствовать технологию и осваивать новый марочный сортамент. Разработана, освоена и внедрена без привлечения сторонних организаций технология производства кузнецких слитков ЭШП массой 6 т и диаметром 800 мм из марок сталей Х12МФ-Ш, 13Х11Н2В2МФ-Ш (ЭИ961-Ш), 15Х12Н2МВФАБ-Ш (ЭП517-Ш), 08Х18Н10Т-Ш. СПЦ-5 ЧАО «Днепропетровсталь» располагает значительным парком оборудования для ЭШП и производит стальные слитки подшипниковых ШХ15-Ш, ШХ15СГ-Ш, быстрорежущих Р6М5-Ш, конструкционных 12Х2Н4А-Ш, 18Х2Н4МА-Ш, нержавеющих 13Х15Н4АМ3-Ш (ЭП310-Ш), 15Х16Н2АМ-Ш (ЭП479-Ш), коррозионностойких 08Х18Н10Т-Ш, инструментальных 4Х5МФ1С-Ш, 3Х3М3Ф-Ш и других марок сталей массой слитков от 0,8 до 20 т (рис. 18–22). Освоено производство высокобористой марки стали 04Х14Т3Р1Ф-Ш (ЧС 82-Ш) с содержанием бора более 1,5 % для атомной энергетики (рис. 22). Разработаны и внедрены технологии долегирования при ЭШП кремнием и титаном, ЭШП на синтетическом флюсе, который в два раза дешевле фабричного плавленого, что повысило конкурентоспособность продукции ЭШП и при этом технология производства проката и поковок из электрошлакового металла завода «Днепропетровсталь» соответствует высоким стандартам качества.

*В. Н. Корниевский, А. И. Панченко, С. В. Давидченко, С. С. Казаков,  
И. Н. Логозинский, А. С. Сальников, А. Г. Федьков, Ю. Н. Рыльский  
ЧАО «Электрометаллургический завод «Днепропетровсталь» им. А. Н. Кузьмина»*