



УДК 669.187.58.001.4

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТОВОГО ПРОКАТА ИЗ ОТХОДОВ ГУБЧАТОГО ТИТАНА И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕГО*

**В. С. Константинов, В. А. Шаповалов, С. И. Давыдов,
Л. Я. Шварцман, С. М. Теслевич**

Рассмотрены особенности и технологические схемы проката слитков-слябов, выплавленных в плазменно-дуговой печи из отходов губчатого титана. Показано, что слитки перед прокаткой необходимо нагревать в вакуумной печи для предотвращения насыщения металла газовыми примесями. Отмечена возможность получения отдельных видов изделий из 100 % отходов губчатого титана.

Peculiarities and technological schemes of rolling of ingots-slabs, melted in plasma-arc furnace of spongy titanium wastes, are considered. It is shown that ingots before rolling should be heated in a vacuum furnace to prevent the metal saturation with gas impurities. The possibility of producing the separate types of products of 100 % wastes of spongy titanium is outlined.

Ключевые слова: слиток; сляб; прокат; лист; плавка; ковка; заготовка; печь; вакуум; губчатый титан

При производстве губчатого титана образуются отходы различных фракций, включающие повышенное количество газовых примесей, железа, кремния и других элементов [1]. Содержание вредных примесей в различных партиях губчатого титана марки ТГ-ТВ колеблется в широких пределах и зависит от гранулометрического состава, места отбора пробы от блока губчатого титана. Наибольшее количество



Рис. 1. Слитки плазменной плавки из 100 % отходов губчатого титана

вредных примесей расположено в донной части и его боковой поверхности.

Неоднородность химического состава и повышенное количество вредных примесей, значительно снижающих пластичность и вязкость металла, предопределили использование отходов в черной металлургии в качестве присадок при выплавке специальных сталей и т. д. С целью более рационального применения такого дорогостоящего металла, как титан, ведутся работы по расширению области его применения [2].

Предпринята попытка изготовления титанового проката из некондиционной титановой губки, а также ряда изделий из него. Титановый лист получали путем прокатывания слитков размерами 210×400×800 мм, выплавленных в двухручьевой плазменно-дуговой печи УП-100, установленной на КП «Запорожский титано-магнийский комбинат» [3] (рис. 1).

Слитки-слябы выплавливали непосредственно из отходов губчатого титана. При этом их подача, расплавление и последующее перемещение в камеру осуществляли в одном кристаллизаторе размерами 215×405×280 мм, а затем в другом тех же размеров.

Перед прокаткой производили замер твердости и определяли химический состав слитков. Прока-

* В работе принимал участие В. П. Макаренко.



Рис. 2. Общий вид поковки из слитка размерами (50...80) × (700...800) × (800...1000) мм из слитка плазменной плавки

тывали слитки на станах разного типа с использованием различных способов нагрева заготовки перед прокаткой [4].

По одной из схем слиток-сляб размерами 210×400×800 мм проковывали на прессе усилием 60000 кН. В связи с повышенной твердостью слитки-слябы нагревали в печи открытого типа до температуры 1100 °С. В качестве теплоносителя использовали природный газ. С целью уменьшения насыщения металла газовыми примесями из печной атмосферы поверхность слитка перед посадкой в печь накрывали листом нержавеющей стали.

Нагретые слябы осаживали по высоте для последующей вытяжки. После осадки заготовку повторно загружали в печь, нагревали до той же температуры (1100 °С) и подвергали вытяжке на плоских бойках. Энергия удара при вытяжке должна быть достаточной для достижения деформации центральных слоев заготовки. Вытяжку производили с кантовкой на 90° для снятия внутренних напряжений.

После проковки толщина заготовки составляла 50...80 мм, ширина — 700...800 мм, длина — 800...1000 мм (рис. 2). Затем от каждого сляба вырезали темплет для исследования макроструктуры и замера твердости металла с предварительным удалением окисленного слоя.

На рис. 3, *a* представлена макроструктура поковки в ее поперечном сечении, на рис. 3, *б* — в горизонтальном. После удаления окисленного слоя производили первые замеры твердости. Затем снимали слой металла толщиной 1 мм и повторно измеряли твердость. Твердость основного металла восстанавливалась после удаления 3 мм металла с поверхности образца. В абсолютном значении твердость газонасыщенного слоя после удаления окисленного слоя выше твердости основного металла на 25...35 НВ. Поэтому перед прокаткой поволоков-плит на стане с их поверхности снимали механическим путем слой толщиной 3 мм.

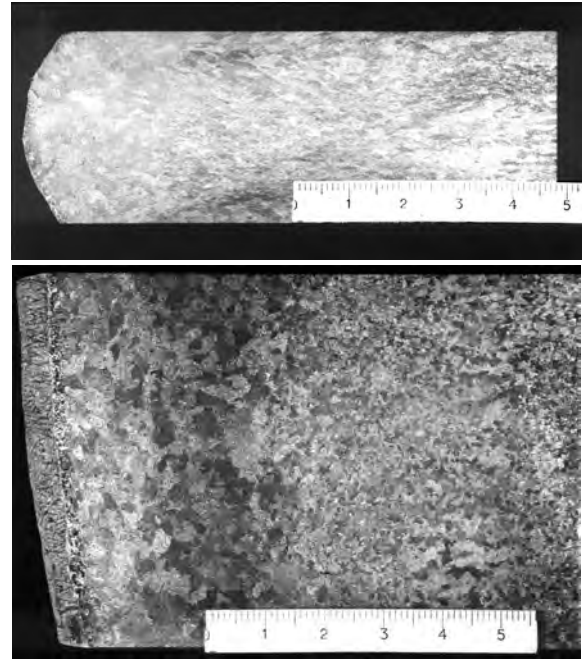


Рис. 3. Макроструктура поковки: *a* — поперечное; *б* — горизонтальное сечение

Прокатку плит осуществляли на стане «ДУО», где выкатывали требуемую ширину 1200...1400 мм, затем подкат передавали на чистовую клеть «КВАРТО» для раскатывания его на лист длиной 4000...6000 мм и толщиной 4...6 мм. Перед прокатом плиты нагревали в электрической вакуумной печи в течение 2 ч. После проката поверхность листа подвергали механической зачистке и травлению в растворах, содержащих ион-фтор.

Металл, выплавленный по приведенной технологии, содержал следующие компоненты, %: 0,8 железа, 0,07 углерода, 0,07 азота, 0,18 кислорода, 0,015 водорода.

Поскольку на прокатном стане Алчевского металлургического комбината технически затруднительно получить лист толщиной менее 4 мм, мы опробовали возможность проката слитка на лист толщиной до 3 мм на стане «ДУО-1100» усилием 5000 кН.

Работу выполняли в два этапа. На первом слитки-слябы размерами 210×400×800 мм проковывали на прессе усилием 12500 кН на размеры 130×400×(1500...1800) мм. Перед прокаткой слябы нагревали в газопламенной печи открытого типа. После прокатки на стане усилием 5000 кН получали плиты размерами 20×1200×(3000...5000) мм.

На втором этапе плиты передавали на стан «ДУО-1100», где их переделывали на лист толщиной 3 мм, шириной 1200 мм, длиной 10000...13000 мм. Перед прокаткой подкат нагревали до температуры 1100...1150 °С в печи с шагающим подом. Обжатие за один проход составляло 3...5 мм, количество проходов равнялось 5...6.

Для определения области применения титанового проката из отходов губчатого титана изготовили ряд изделий, в том числе матрицы для получения безосновной катодной меди на предприятии «Бал-

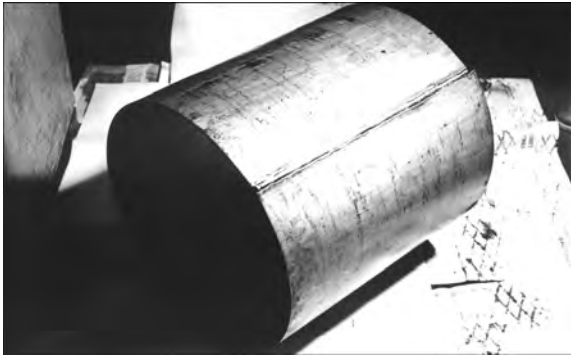


Рис. 4. Фрагмент газоходной трубы диаметром 600 мм

хашмедь», емкости для хранения различных агрессивных жидкостей на КП «Запорожский титано-магниевый комбинат», травильные ванны на Запорожском трансформаторном заводе, образцы труб газоходов диаметром 600 мм, высотой 600 мм и толщиной стенки 5 мм.

Испытания матриц показали, что качество катодной меди соответствует государственному стандарту Казахстана и не отличается от такового катодных осадков, полученных на титановых матрицах из титана марки ВТ1-0. В емкостях для хранения агрессивных жидкостей в отдельных случаях отмечено нарушение их герметичности. Это, очевидно, связано с технологией выплавки слитка, предусматривающей подачу и плавку шихты в одном кристаллизаторе.

Для изготовления высококачественного проката необходимо получать лист из слитка двойного переплава или использовать однократный переплав, но с переливом жидкого металла из кристаллизатора, в котором плавится шихта, в кристаллизатор, из которого вытягивается слиток. Это связано с тем, что вследствие повышенной газонасыщенности отходов губчатого титана за время нахождения их в кристаллизаторе, где одновременно осуществляется загрузка шихты, ее расплавление и кристаллизация металла, глубокая дегазация расплава не происходит, и в слитках образуются поры. В случае нагрева слитков титана перед деформацией в открытых газопламенных печах возникает дополнительное поглощение нагретым металлом активных газов, что, в конечном счете, сказывается на качестве листа и изделий из него.

В связи с большой протяженностью различных газоходов на КП «Запорожский титано-магниевый комбинат» представляет определенный интерес замена их титановыми как более легкими и стойкими в различных агрессивных средах. Также необходимо изучить в длительном временном промежутке поведение металла шва на образце трубы, сваренной из листа толщиной 5 мм. Показано, что в листах содержится повышенное количество следующих газовых примесей, мас. %: 0,07 азота, 0,18 кислорода и до 0,15 водорода.

Требования к содержанию газов в свариваемых листах из кондиционного металла более жесткие, поскольку существует опасность образования трещин в металле сварного шва и околошовной зоны при длительном пребывании изделий в напряженном состоянии.

В процессе изготовления фрагмента трубы в качестве присадочного материала использовали сварочную проволоку марки ВТ1-00. После сварки образец трубы периодически (один раз в год) подвергали визуальному контролю с использованием лупы с десятикратным увеличением. На протяжении 10 лет трещин в трубном фрагменте не обнаружено (рис. 4).

Таким образом, следует отметить, что из 100 % отходов губчатого титана возможно получение листового проката, а также сварных труб большого диаметра. Для этого необходимо перед прокатом нагревать заготовки в вакуумных печах, а при сварке применять сварочную присадку высшего качества.

1. Родякин В. В., Гегер В. Э., Скрипнюк В. М. Магнийтермическое производство губчатого титана. — М.: Металлургия, 1971. — 216 с.
2. Применение плазменно-дуговой технологии при выплавке слитков титана из отходов титанового производства / Ю. В. Латаш, В. С. Константинов, П. Н. Галкин и др. // Пробл. спецэлектрометаллургии. — 1985. — № 3. — С. 65–70.
3. Реконструкция плазменно-дуговой печи УП-100 для выплавки титановых слитков из некомпактной титановой шихты / Ю. В. Латаш, В. С. Константинов, В. В. Тэлин и др. // Там же. — 1990. — № 1. — С. 72–75.
4. Опыт получения листового проката из низкосортных марок губчатого титана и применения его в народном хозяйстве / Ю. В. Латаш, В. С. Константинов, В. П. Макаренко и др. // Там же. — 1989. — № 4. — С. 75–79.

Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Киев
КП «Запорожский титано-магниевый комбинат»

Поступила 24.03.2009