

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Действительный член АН БССР С. И. ГУБКИН и В. С. МУРАС

**ЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ НАГРЕВ КАК СРЕДСТВО ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ПРОЦЕССОВ ВОЛОЧЕНИЯ**

Чем больше интенсивность упрочнения металла при волочении, тем при меньшей суммарной степени деформации требуется его отжиг. Необходимость отделения процесса отжига, производимого в печах, от процесса волочения является одним из основных препятствий интенсификации волочильного производства. Поэтому назрела необходимость в разработке способов безокислительного промежуточного разупрочнения непосредственным воздействием электрического тока на металлы или сплавы, производимого перед каждой волокой на волочильных станах одновременно с процессом волочения. В этом случае волочению подвергается только разупрочненный металл при наибольших и равных для всех проходов степенях деформации.

Для осуществления поставленной цели полезно привлечь, в первую очередь, метод электролитного нагрева, разработанный И. З. Ясногородским преимущественно для закалки (1).

Проведенное в Физико-техническом институте АН БССР исследование этого метода в указанном направлении позволяет сделать, в частности, следующие выводы:

1. Способ электролитного нагревания позволяет обеспечить светлый отжиг как независимо от волочильных станов, так и на волочильных станах в период волочения (под светлым отжигом понимается такое разупрочнение металла, при котором для продолжения деформирования не требуется какого-либо травления или иного способа удаления окислов).

2. Способ электролитного нагревания позволяет подвергать светлomu отжигу в одних и тех же устройствах для отжига и при одних и тех же источниках тока самые разнообразные электропроводные материалы, чем он выгодно отличается от индукционного и контактного способов нагревания. В своих опытах мы использовали медь, латунь, алюминий, сталь.

3. Для осуществления процесса светлого отжига необходимо и достаточно поместить на пути протягиваемого металла нагреватель (состоящий из усовершенствованного типа электролитных ванн) и охладитель (состоящий из душевого охлаждающего устройства), расположенные таким образом, что нагретый металл подвергается охлаждению электролитом, не попадая на воздух, а также подвести к металлу и ванне управляемый по напряжению постоянный ток, изолировав охладитель.

4. Для получения качественного светлого отжига скорость движения металла через электролитный нагреватель при отжиге W должна быть строго согласована с напряжением V рабочего тока, подводимого к нагревателю, и значением диаметра D отжигаемого металла.

На основании проведенных опытов эта зависимость подчиняется линейному закону: $W = aV - b$, где a и b — коэффициенты, зависящие от диаметра протягиваемой проволоки, $a = \alpha/D^2$, $b = \beta/D^2$. Коэффициенты α и β зависят от рода электролита, глубины слоя и температуры электролита, а также от количества ванн в нагревательном агрегате. Так например, при отжиге медной проволоки диаметром 2,5 мм в ванне, имеющей слой содового электролита, равный 40 мм, при температуре 55°, $a = 0,055$ и $b = 3,53$. В случае двух ванн: $a = 0,133$, $b = 18,6$ (степень наклепа проволоки при отжиге 56%).

В условиях проведенных экспериментов скорость отжига W была доведена до 75 м/мин. Однако это не является пределом.

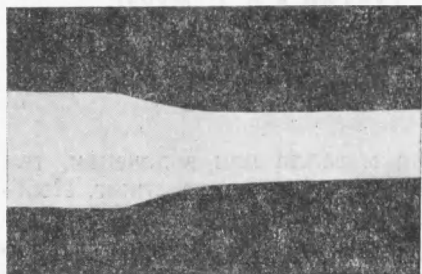


Рис. 1. Теневая фотография латунной (Л62) проволоки, протянутой при степени деформации $\psi = 68\%$ за проход;
× 5

формации ψ до 60 — 62% ($\psi = \frac{F-f}{F} \cdot 100 (\%)$, где F — начальное и

f — конечное течение проволоки). Латунная проволока из Л62 допускает однократную деформацию до 68%. В отдельных случаях латунная проволока из Л62 дала степень однократной деформации 70 и даже 73% (см. рис. 1). Опыты также подтвердили предположение, что электролитный светлый отжиг по сравнению с печным отжигом обеспечивает более высокую однократную степень деформации при прочих равных условиях.

7. Светлый электролитный отжиг обеспечивает понижение коэффициента трения при прочих равных условиях. Так, например, коэффициент трения без смазки для латуни Л62 после светлого электролитного отжига оказался равным всего 0,06, а при применении смазок даже ниже 0,05.

Проведенные эксперименты позволяют кратко изложить механизм процесса светлого электролитного отжига в следующем виде. При обычном электролитном нагреве скорость движения металла через ванну чрезвычайно мала. Это объясняется тем, что при более быстром движении металла последний не успевает подогреться за счет теплопередачи до попадания в зону нагрева в электролите. Тем самым диэлектрическая оболочка вокруг катода, состоящая в этот период преимущественно из паров электролита, охлаждается ниже критической температуры (около 372°) и перестает существовать. Между тем, в случае ее существования ток проходит через нее импульсно, благодаря электролитным «мостикам», кратковременно (примерно в течение 0,01 сек.) контактирующим с катодом. При этом металл более всего нагревается в точках контакта этих мостиков. Фактическая плотность тока в точках контакта в несколько раз больше исчисляемой обычно. Поэтому уничтожение диэлектрического слоя ведет к понижению фактической удельной импульсной мощности на катоде и прекращению нагрева. Однако, повысив мощность рабочего тока, можно создать газовую устойчивую оболочку вокруг холодного катода (так же как и анода), при которой харак-

тер прохождения тока остается прежний (импульсный). Это освобождает от необходимости подогревать катод — проволоку, и потому скорость движения проволоки через нагреватель может быть увеличена в таких пределах, в каких она успевает достаточно прогреться для разупрочнения и в каких успевает восполняться то количество газа, которое ею уносится из оболочки. Как показано выше, увеличение скорости также требует увеличения мощности рабочего тока. Применение нескольких ванн уменьшает потребляемую мощность и позволяет увеличить при прочих равных условиях скорость отжига вследствие поступления в последующие ванны металла, уже подогретого в первой ванне.

Важным мероприятием является применение способов ограничения свободы перемещения жидкости у катода в целях сохранения стабильности газовой оболочки, ибо чрезмерное волнение жидкости, которое всегда имеет место у катода от давления выходящих из оболочки газов, изме-

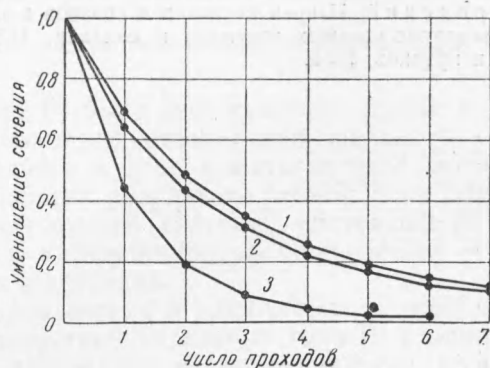


Рис. 2. Сравнительная диаграмма относительного уменьшения площади поперечного сечения медной проволоки в зависимости от числа проходов. 1, 2 — маршруты многократного волочения по данным Басса и Перлина (^{2,3}); 3 — экспериментальный маршрут непрерывного волочения с сохранением 56% степени деформации на всех проходах и с применением светлого электролитного отжига

няет геометрическую форму оболочки и тем самым нарушает стабильность электрических процессов в ней. Исследования показали, что заполнение ванны пористыми диэлектрическими термостойкими материалами или повышение вязкости электролита дает положительный результат. Использование нагревателей, состоящих из пористого материала, в который радиально подается электролит, позволяет также осуществлять отжиг и при горизонтальном движении металла, тогда как свободно-жидкостные нагреватели для этого непригодны. Светлый отжиг можно также производить и при таких параметрах тока, когда вместо импульсных разрядов в газовой оболочке образуется сплошной разряд, подобный дуговому.

Изложенное позволяет предложить новую интенсифицированную схему волочения, названную схемой непрерывного волочения. Принцип схемы непрерывного волочения заключается в том, что процесс электролитного отжига и волочения происходит одновременно и на одном волоочильном стане, причем волочению подвергается только отоженный металл, так как устройство для светлого отжига расположено перед каждой волокой или непосредственно соединено воедино с волокодержателем. Вследствие этого имеется возможность производить волочение в каждой волоке при наиболее высоких степенях деформации за проход и обеспечить непрерывность процесса волочения до получения заданного размера,

При непрерывном процессе волочения будут наиболее полно использованы пластические свойства металла, благодаря чему число проходов для получения заданного размера продукции сокращается. Так например, в наших опытах с медью (см. рис. 2) уже на втором проходе непрерывного процесса можно было получать такое общее уменьшение сечения проволоки, которое обычным путем достигается только на пятом или шестом, а в других случаях на восьмом или девятом проходах. Общая степень уменьшения сечения проволоки при схеме непрерывного волочения, равная 89—90%, осуществлялась нами при волочении меди в три прохода, а при волочении латуни Л62 — в два прохода.

Поступило
4 V 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. З. Ясногородский, Нагрев металлов и сплавов в электролите, М., 1947.
² И. Л. Перлин, Волочение цветных металлов и сплавов, 1934. ³ А. И. Басс, Волочение проволоки и прутков, 1934.

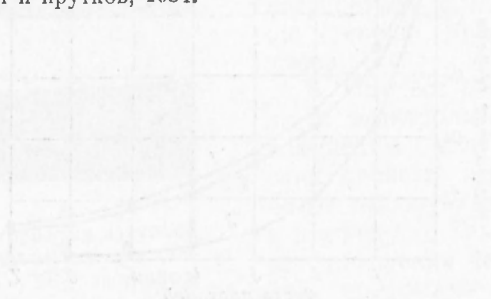


Рис. 2. Сравнение непрерывного и ступенчатого волочения меди. Кривая 1 — непрерывное волочение; кривая 2 — ступенчатое волочение. Показано общее уменьшение сечения проволоки.

Волочение меди в три прохода непрерывного процесса позволило достигнуть общего уменьшения сечения проволоки на 89—90%, что обычно достигается только на пятом или шестом проходе ступенчатого волочения. Это свидетельствует о том, что при непрерывном волочении металл подвергается более интенсивной деформации за счет более равномерного распределения деформации по длине проволоки. В результате этого достигается более полное использование пластических свойств металла, что приводит к сокращению числа проходов и, следовательно, к снижению затрат энергии и времени на производство проволоки. Эти результаты имеют важное значение для совершенствования технологии волочения цветных металлов и сплавов.