

УДК 621.771.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВАКУУМИРОВАНИЯ И НАГРЕВА МНОГОСЛОЙНЫХ СТАЛЬНЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

Эльмар Агакишиевич Салманов⁽¹⁾, Сергей Дмитриевич Скачков⁽²⁾

Студент 3 курса ^{(1), (2)},

кафедра «Оборудование и технологии прокатки»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.С. Шинкарёв,

ассистент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»

Введение

С ростом потребности в материалах с повышенными механическими свойствами в промышленности происходит освоение производства металлических материалов с ультрамелкозернистой структурой. Среди большого разнообразия технологических процессов получения конструкционных материалов наиболее эффективным и экономичным является производство листовых материалов методом прокатки.

Особое место занимает прокатка многослойных материалов в вакууме. Использование этого метода дает возможность снизить содержание газов в металле и защитить заготовки от окисления, улучшает свариваемость металлических заготовок. Отсутствие окисных и адсорбированных пленок на контактных поверхностях металлов при пластической деформации в вакууме способствует их взаимодействию и получению в результате этого качественного соединения.

Целью данной работы являлось измерение давления в герметичной капсуле, содержащей пакет многослойных листов, при одновременном проведении процессов вакуумирования и нагрева капсулы.

Материалы и методы

В основу способа получения многослойных материалов с ультрамелкозернистой структурой методом горячей прокатки, разработанного в МГТУ имени Н.Э. Баумана [1-3] положено использование чередующих слоев сталей, имеющих различное кристаллическое строение в интервале температур горячей обработки давлением (рисунок 1).

В качестве исходных материалов в работе использовались стали марок 08X18H10 и 08кп. В соответствии с технологическим маршрутом [4-5] получения многослойных материалов пластины исходных материалов вырубаются из холоднокатаного листа на гильотинных ножницах по 42 пластинки двух марок сталей, после чего проходят очистку поверхности. Размеры пластин составляют: ширина 58 мм, длина 236 мм, толщина 0,5 мм. Очищенные пластины укладываются в пакет, чередуясь через одну. Собранный пакет проваривается по боковой поверхности, чтобы при прокатке слои в капсуле были зафиксированы и не скользили друг относительно друга, затем пакет укладывается в капсулу (рисунок 2).

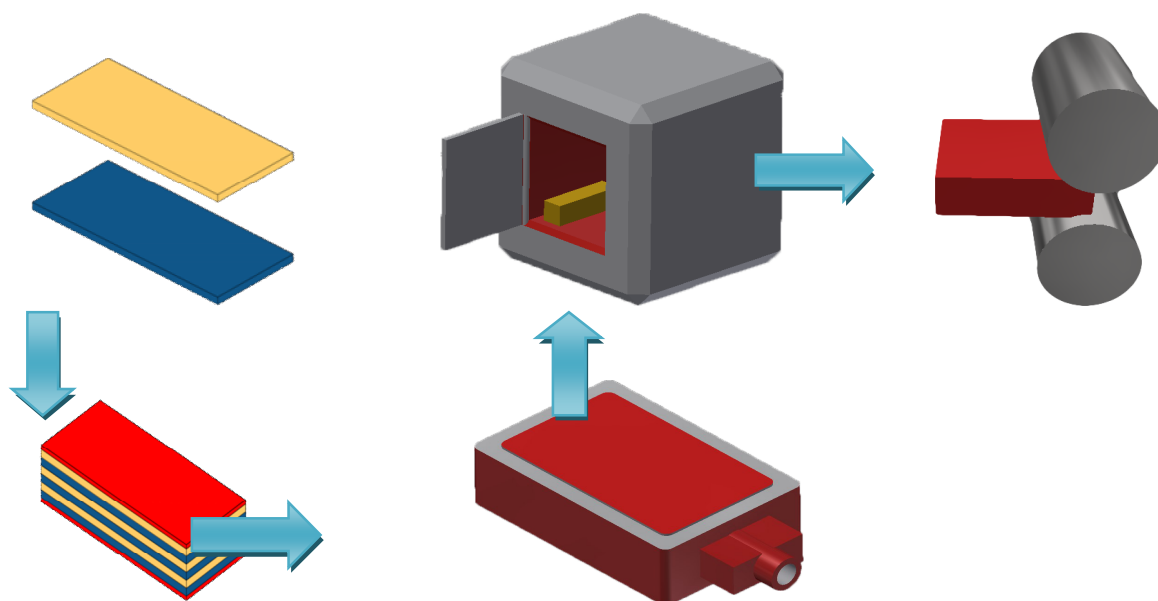


Рис. 1. Технологический процесс прокатки многослойных материалов



Рис. 2. Капсула для пакета

Капсула представляет собой металлический контейнер с отверстием на одной из боковых поверхностей, к которой приварен фартук с трубкой. Такая конструкция позволяет осуществлять вакуумирование при помощи вакуумного насоса 2НВР-5ДМ и герметизацию заготовок на шовной машине МШ-1601УХЛ4. После вакуумирования фартук обрезается. С целью исключить сваривание наружной поверхности пакета с капсулой при прокатке используются жаропрочные обкладки.

Для испытаний было собрано 4 капсулы все они собирались по одной технологии. На первом этапе эксперимента проводилось исходное вакуумирование заготовки, которое осуществлялось путем подключения к вакуумному насосу через гибкий шланг. Параллельно с этим отдельно стоящая электроплитка нагревалась до максимально возможной температуры, составляющей 450 °С. Затем отвакуумированная капсула, подключенная к вакуумному насосу, устанавливалась на нагретую электроплитку. Во время процесса нагрева проводилось измерение давления в капсуле и температуры на ее поверхности (рисунок 3).

Для измерения давления в капсуле использовался вакуумметр термпарный ВИТ-2П, укомплектованный манометрическим термпарным преобразователем ПМТ-2 (рисунок 4). Рабочий диапазон давлений: $5 \cdot 10^0 - 1 \cdot 10^{-3}$ мм.рт.ст. ($666.6 - 1.33 \cdot 10^{-1}$ Па). Диапазон изменения ЭДС термпары: 0-10 мВ. Для бесконтактного измерения и наглядного наблюдения за изменением температуры в ходе эксперимента, а так же для графической визуализации распределения нагревания заготовки использовали Тепловизор Optis, модификации "PI".

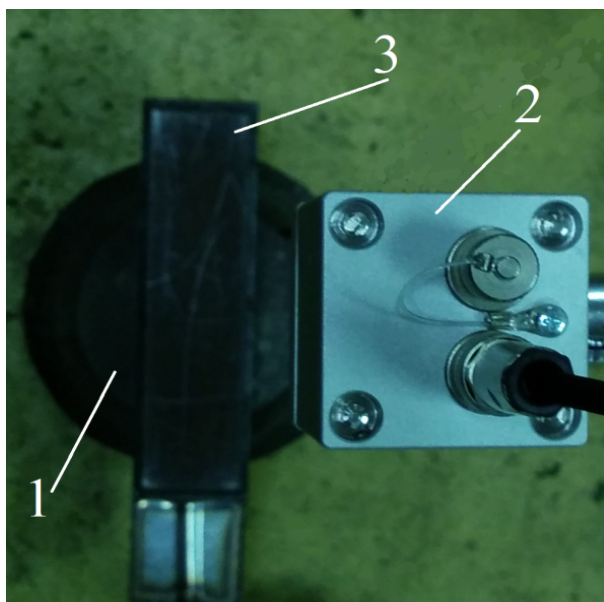


Рис. 3. Общий вид экспериментальной установки
1 - Электроплитка; 2 – тепловизор; 3 – капсула;



Рис. 4. Преобразователь манометрический термопарный ПМТ-2

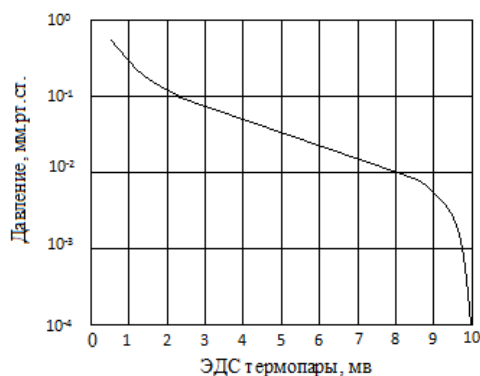


Рис. 5. Градуировочная кривая термопарного манометра ПМТ-2 [7].

Известны эксперименты по вакуумированию биметаллических пакетов сталей 08X18H10T и ст 3 [8], в ходе этих работ было установлено, что в герметичном пакете без использования дополнительного разделительного слоя происходит обезуглероживание углеродистой стали с образованием оксидов NiO, Cr₂O₃ и Fe₃O₄, а также науглероживание стали 08X18H10T; проводятся данные о выделении газов азота и оксида углерода.

Результаты

При первоначальном вакуумировании, проводившемся при комнатной температуре, остаточное давление в капсуле составило $6,7 \cdot 10^{-7}$ МПа. Затем капсулы нагревались в течение 2 часов, при этом были построены графики изменения температур на поверхности заготовки и

нагревательного прибора (рисунок 6, 7). Перепад температуры между серединой и краями капсулы составил около 60 °С.

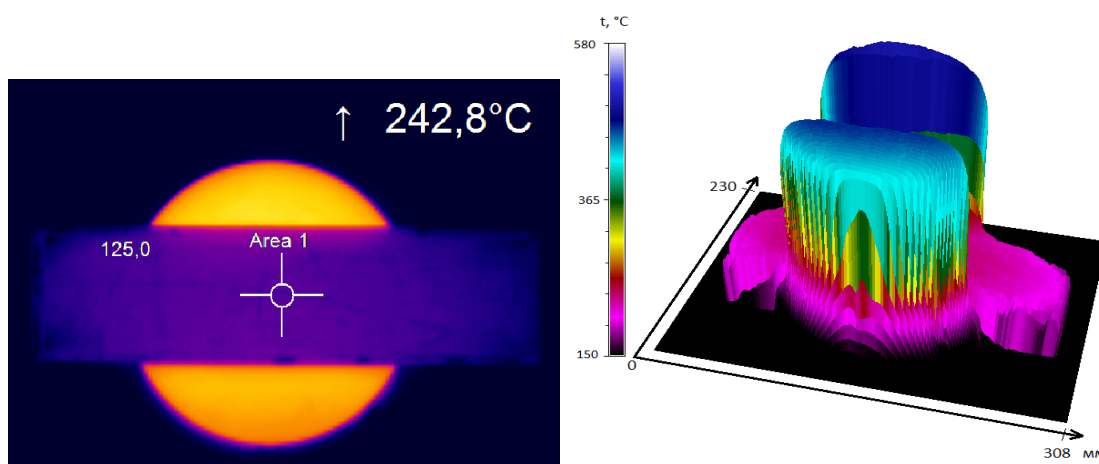


Рис. 6. Тепловизионное изображение нагретой заготовки.

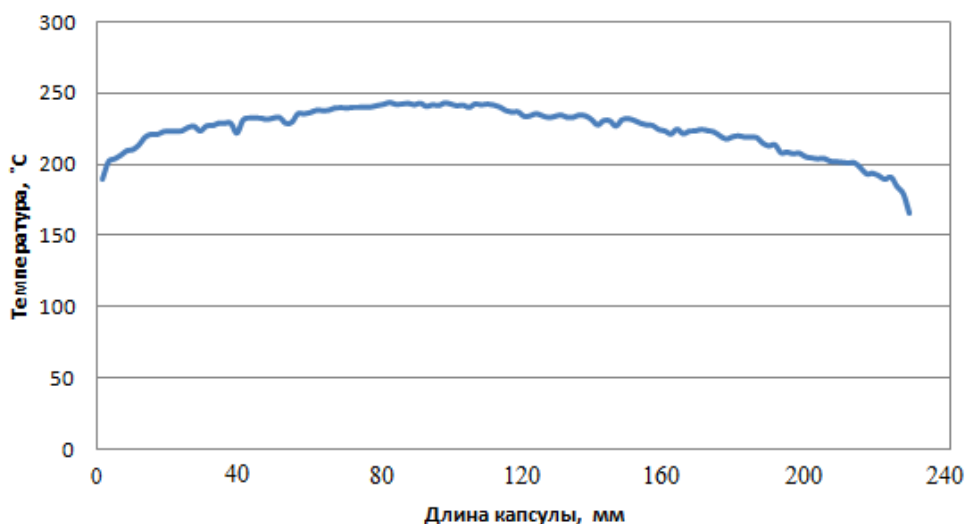


Рис. 7. Распределение температуры по поверхности заготовки (в продольном направлении) при нагревании заготовки до 250 °С

Ход процессов вакуумирования и нагрева показан на диаграмме зависимости давления в герметичной капсуле от времени нагрева (рисунок 8). По графику видно, что в течение 120 минут многослойный пакет нагревался и одновременно вакуумировался. Максимальная величина давления газов в капсуле была достигнута на 80 минуте и составила $4,7 \cdot 10^{-6}$ МПа. В дальнейшем давление в капсуле уменьшалось до 120 минуты, что обусловлено, по-видимому, менее интенсивным выделением газов. Затем в ходе 15 минутной выдержки давление в пакете не изменялось.

В момент времени, соответствующий 135 минутам от начала нагревания заготовку сняли с плитки, при этом максимальная температура поверхности заготовки составила 250 °С, что дает основания предполагать, что максимальное значение температуры в ее средней части составляет около 300 °С. Поскольку вакуумный насос не отключался от капсулы с течением времени давление в капсуле начало снижаться, т.е. степень вакуума повышалась по мере охлаждения: при температуре 180 значение давления составило $0,67 \cdot 10^{-6}$ МПа, при температуре 160 °С вакуум достиг $0,4 \cdot 10^{-6}$ МПа, после давление не изменялось.

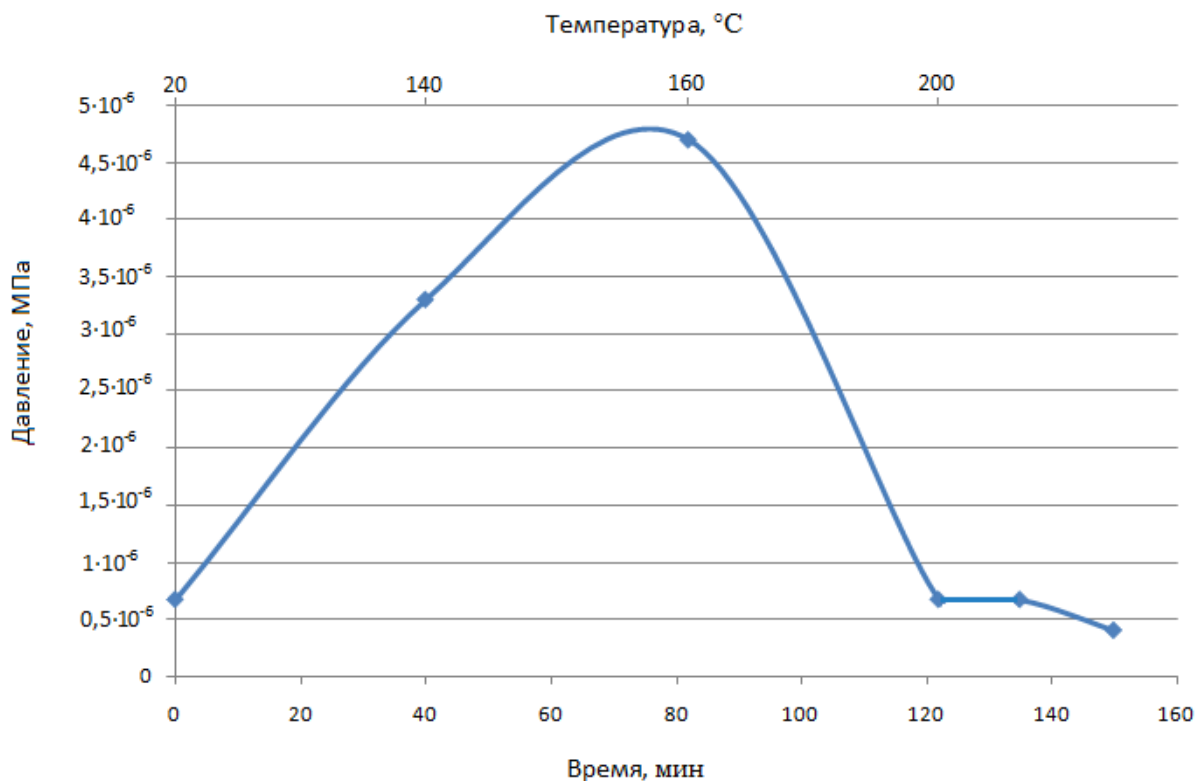


Рис. 8. Зависимость давления в герметичной капсуле от времени нагрева.

Заключение

В зависимости от времени нагрева по мере прогревания капсулы остаточное давление в капсуле увеличивается в виду выделения газов азота, содержащихся в металле, а также реакции остаточного кислорода с углеродом из углеродистой стали. Сравнение исходной и конечной величины давления, позволяет заключить, что нагревание капсулы и одновременное вакуумирование способствует уменьшению содержания остаточных газов и позволяет повысить степень вакуума в герметичной капсуле.

Литература

1. Колесников А. Г, Мечиев Ш. Т., Панова И. Ю. Состояние и перспективы применения многослойных металлических заготовок // Заготовительные производства в машиностроении. – 2008. – №1. С. 42-43
2. Колесников А.Г., Плохих А.И., Комиссарчук Ю.С., Михальцевич И.Ю. Исследование особенностей формирования субмикро- и наноразмерной структуры в многослойных материалах методом горячей прокатки // МиТОМ.–2010.– № 6. С. 44-49
3. Пат. 2380234 Российская Федерация, МПК В 32 В 15/00. Способ получения металлических листов со стабильной субмикро- и наноразмерной структурой / А.Г. Колесников, А.И. Плохих, Ш.Т. Мечиев, И.Ю. Михальцевич,; заявитель и патентообладатель МГТУ им. Н.Э.Баумана.- N 2008132750/02; заявл. 08.08.2008; опубл. 27.01.2010., Бюл. № 3.-6 с.
4. Получение многослойных композиционных материалов методом горячей прокатки Арюлин С.Б., Халипов И.В. Заготовительные производства в машиностроении. 2013. № 7. С. 31-35.

5. Прокатка стального многослойного материала / *Колесников А. Г., Плохих А. И., Шинкарев А. С., Миронова М. О* // Заготовительные производства в машиностроении. – 2013. – № 8. – С. 39-42.
6. *Шешин Е.П.* Основы вакуумной техники: Учебное пособие. — М.: МФТИ, 2001. — 124 с.
7. Руководство по эксплуатации вакуумметра ВИТ-2.
8. *Кобелев А.Г., Лысак В.И., Чернышов В.Н.* и др. Производство слоистых композиционных материалов. М.: Интермет-Инжиниринг, 2002. – 496 с.