

УДК 621.771.4

Луценко В. А.
Беседин А. И.
Боровик П. В.

ОСОБЕННОСТИ РАСКРОЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСКАТОВ

Биметаллы находят все большее применение в различных отраслях промышленности, что обусловлено их уникальными эксплуатационными свойствами и экономичностью. Одним из наиболее распространенных видов биметаллов является биметаллический лист, который преимущественно получают пакетным способом. Пакетный способ имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с другими способами, однако отличается достаточно высоким расходом металла. Так, в зависимости от конструкции пакета и стана расходный коэффициент колеблется в интервале 1,7–2, что связано с особенностями конструкции пакета, прокатки и отделки биметаллических раскатов. При этом значительный резерв снижения расхода металла имеет место при учете особенностей раскроя закрытого биметаллического раската.

При производстве толстых листов фабрикационный коэффициент учитывает угар металла, обрезь боковых кромок, торцевую обрезь и заготовки для изготовления проб для механических и технологических испытаний [1]. Что касается угара металла и проб для механических и технологических испытаний, то их величины сопоставимы при производстве толстых и биметаллических листов. Относительная величина боковой обрезки толстолистовой стали составляет 5–10 %, а двухслойной стали – 16–20 % массы раската. Относительная величина торцевой обрезки для листов из слябов определяется длиной раската и составляет 4–10 % массы заготовки, а для двухслойных листов торцевая обрезь увеличивается до 16–20 % в зависимости от длины листа и вытяжки по длине [1].

Повышенное значение обрезки при раскросе биметаллических раскатов, по сравнению с толстыми листами, связано с наличием рамки по периметру пакета, неправильной формой плакирующего слоя внутри закрытого пакета, неравномерным распределением толщины плакирующего слоя по поверхности раската.

Следует отметить, что в литературе мало уделено внимания исследованию влияния вышеперечисленных факторов на раскрой биметаллических раскатов.

В работах [2, 3] на основании исследований распределения толщины плакирующего слоя по длине полос, полученных из двухслойных заготовок в лабораторных условиях, отмечается, что толщина плакирующего слоя по длине двухслойного листа распределяется неравномерно [2]. Коэффициент неравномерности деформации подсчитывали по формуле:

$$K = \lambda_A / \lambda_B, \quad (1)$$

где λ_A и λ_B – коэффициенты вытяжки слоев A и B .

Установлено, что при прокатке биметалла с основным слоем из стали Ст. 3 и плакирующим из стали X18H10T коэффициент неравномерности деформации при общем обжатии 50 % на концах полосы равен 0,77 и 0,64 при обжатии 63 %, а в средней части – 1, то есть толщина более прочного слоя больше по концам полосы.

В этой же работе приведены результаты исследования распределения деформации слоев в продольном сечении двухслойных листов, полученных из четырехслойных симметричных пакетов в лабораторных условиях при суммарном обжатии 60 %. При прокатке пакетов сочетания Ст. 3 – X18H10T толщина слоя коррозионностойкой стали в 1,3–1,65 больше, чем на всей остальной длине, при этом длина утолщенной части составляла (5 – 8) $h_{пл}$. При прокатке пакетов сочетания Ст. 3 – 0X13 концы плакирующего слоя утонены на длине (3–4) $h_{пл}$, что объясняется меньшим сопротивлением деформации стали 08X13. Следует отметить, что приведенные данные, полученные в лабораторных условиях, относятся

к среднему сечению полосы; авторы не указывают конкретные размеры пакетов и схемы прокатки, что не позволяет использовать их для разработки рекомендаций по раскрою промышленных биметаллических раскатов с минимальной величиной обрезки.

Целью данной работы является определение влияния комплекса вышеперечисленных факторов на величину обрезки биметаллических раскатов, и разработка рекомендаций по ее минимизации.

Что касается герметизирующей рамки, то величина как торцевой, так и боковой обрезки пропорционально вытяжке увеличивается с увеличением ее ширины. На практике выбор ширины герметизирующей рамки обусловлен ее устойчивостью при прокатке и возможностью окисления контактной поверхности сляба основного слоя при сварке пакета. В связи с этим целесообразным является дифференцированный подход к выбору ширины рамки, а именно при использовании более толстых пластин плакирующего слоя использовать более широкие герметизирующие рамки, чтобы отношение высоты рамки к ее ширине не превышало 1,5. При этом минимальная ширина не должна быть менее 40 мм, что связано с увеличением вероятности проникновения на контактную поверхность окисленных зон как при ручной сварке, так и после сварки на автоматической линии (рис. 1).

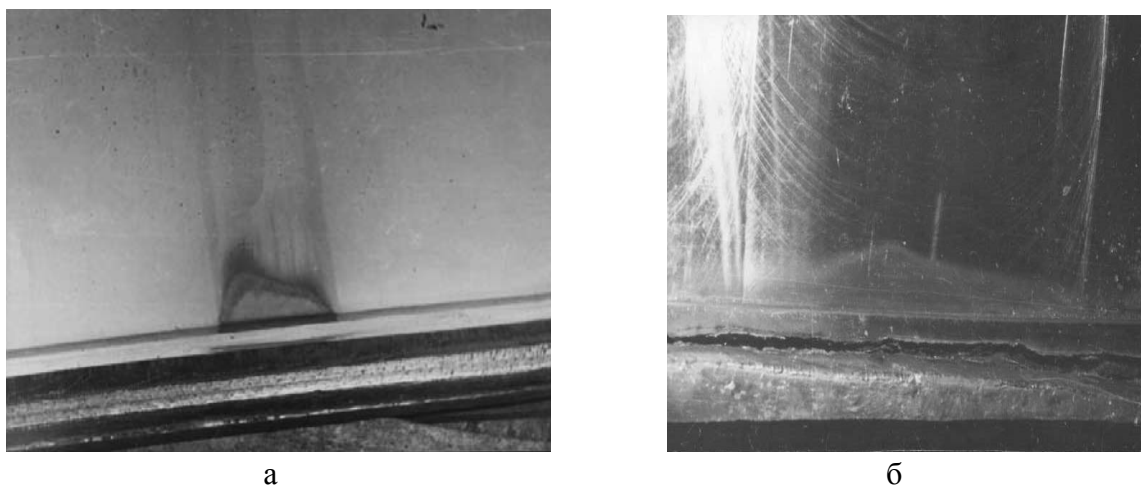


Рис. 1. Окисленные зоны после ручной сварки (а) и после сварки на автоматической линии (б)

Неправильная форма плакирующего слоя внутри закрытого биметаллического раската образуется как за счет явлений, сопровождающих прокатку слябов (веерообразование переднего торца и утяжка по ширине), так и за счет нарушения положения пластин плакирующего слоя в пакете.

Укладка пластин плакирующего слоя при сборке пакета производится с определенным зазором, величина которого определяется разностью коэффициентов линейного расширения металлов основного и плакирующего слоев и для снижения величины обрезки и повышения качества соединения слоев должна быть минимальной [4].

При транспортировке пакетов, а особенно в момент выдачи их печи происходит смещение пластин относительно слябов основного слоя и нарушение сплошности никелевого покрытия, что негативно сказывается на качестве соединения слоев и приводит к повышенной величине обрезки в результате перекоса пластин.

Так, при разнице в положении кромок 20 мм в результате прокатки с суммарной вытяжкой 17,5 при поперечной прокатке разница в положении кромок составит с передней и задней стороны раската по 355 мм, что значительно увеличивает величину обрезки и может привести к невыполнению заказов по геометрическим размерам листа (рис. 2). Исходя из этого, а, также учитывая, что увеличение зазора приводит к увеличению объема воздуха в пакете и повышению окисленности контактных поверхностей, зазор должен быть минимальным.

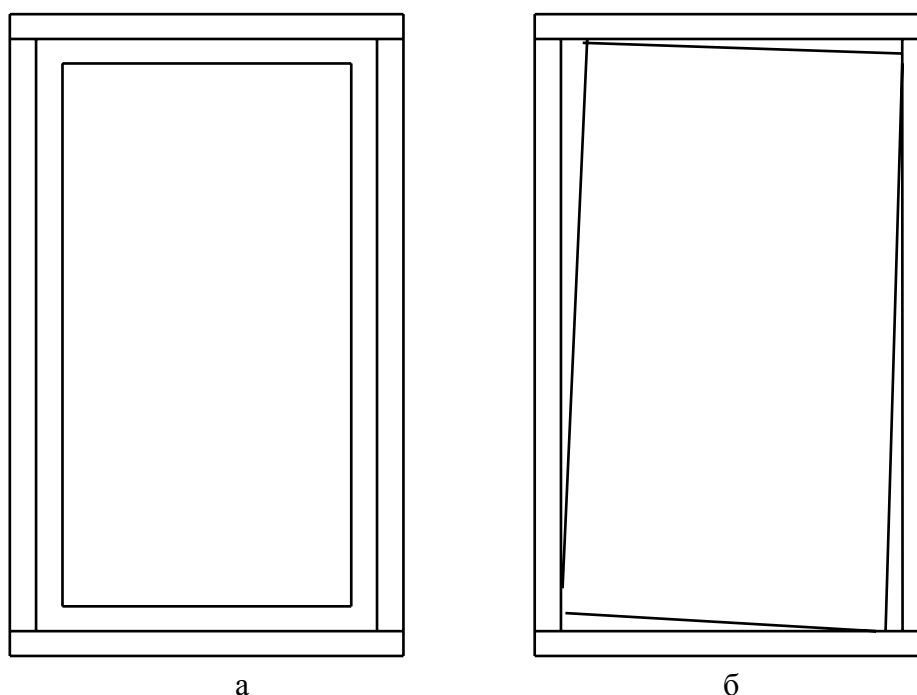


Рис. 2. Положение пластин плакирующего слоя в пакете:
а – нормальное положение; б – положение с перекосом

Исследования формы границы плакирующего слоя в раскате, проведенные с помощью прибора контроля границы плакирующего слоя [5], показали, что отсутствие фиксации пластин плакирующего слоя отрицательно сказывается на форме переднего и заднего торцов раската.





Исследования проводили на промышленных биметаллических раскатах толщиной 16–32 мм; количество раскатов составило 42–45 штук для каждой марки стали плакирующего слоя.

Фиксацию положения границы плакирующего слоя осуществляли в трех точках по ширине раската – 2 замера по краям на расстоянии 300 мм от кромки листа и 1 замер – в средней части.

Следует отметить, что неправильную форму границы плакирующего слоя по торцам имеет преобладающее количество раскатов (табл. 1).

Таблица 1

Форма границы плакирующего слоя в биметаллических раскатах

Плакирующий слой	Количество раскатов с формой границы плакирующего слоя, %			
				
08X13	15,07	42,61	30,77	11,55
12X18Н10Т	6,3	59,48	18,22	16
10X17Н13М2Т 10X17Н13М3Т	7,4	37,3	32,8	22,5

Неправильная форма границы плакирующего слоя, связанная со смещением плакирующего слоя при транспортировке пакета приводит к увеличению необходимой торцевой обрезки (табл. 2) и, как следствие, к увеличению расхода металла.

Вышеизложенное подтверждает, что при сборке пакетов должна быть предусмотрена операция фиксации пластин плакирующего слоя с необходимым зазором между герметизирующей рамкой и пластинами плакирующего слоя.

Таблица 2

Прирост обрезки в результате смещения плакирующего слоя

Плакирующий слой	Прирост обрезки, %
08X13	11,2
12X18H10T	8,8
10X17H13M2T 10X17H13M3T	8,1

Особенностью деформации многослойной композиции является неравномерное распределение толщины плакирующего слоя по поверхности раската и обрезку торцов и боковых кромок следует производить до выхода на стабильную толщину плакирующего слоя. Кроме этого на торцах и боковых кромках, как правило, имеет место пониженная прочность соединения слоев.

Для определения величины нестабильной по толщине зоны плакирующего проведены исследования раскатов толщиной от 8 до 24 мм с плакирующим слоем из сталей 12X18H10T и 08X13 в промышленных условиях.

При этом было установлено наличие раскатов, у которых плакирующий слой верхнего и нижнего двухслойных листов смещен друг относительно друга, что вызвано сборкой в пары перед закладкой в пакеты пластин различной длины и формы (рис. 3).

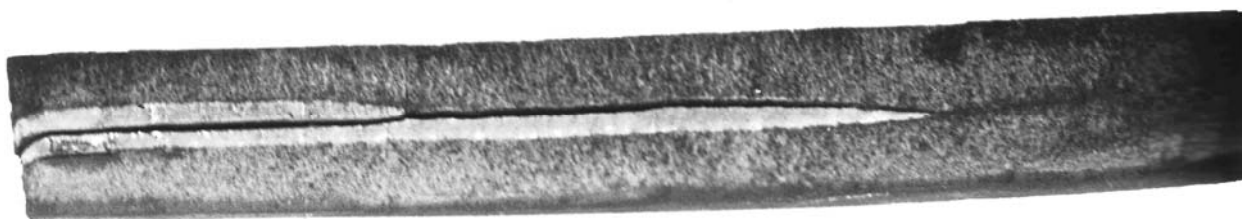


Рис. 3. Смещение пластин плакирующего слоя

Как и в вышеприведенных работах, установлено, что толщина плакирующего слоя из стали 12X18H10T на торцах двухслойного листа больше, чем на остальной части листа, а из стали 08X13 меньше, причем длина нестабильной по толщине зоны не зависит от сочетания основного и плакирующего слоя, а определяется только величиной коэффициента обжатия пакета.

Так, длина нестабильной по толщине плакирующего слоя зоны (до выхода на толщину, соответствующую требованиям ГОСТ 1885–85) при коэффициенте обжатия 11,5–18,5 (толщина раската 16–24 мм) не превышает 180–200 мм, а при коэффициенте обжатия 5,3–9,4 (толщина раската 28–48 мм) не превышает 250–280 мм.

В связи с вышеизложенным рекомендуется при определении положения требуемой линии реза, соответствующей минимальной величине обрезки, при помощи прибора контроля границы плакирующего слоя определить положение границы плакирующего слоя, по крайней мере, в трех точках – по краям и в средней части, и величину обрезки задать от точки начала плакирующего слоя, ближайшей к середине раската.

Исследования показали, что величина нестабильной по толщине плакирующего слоя зоны в поперечном направлении при использовании поперечной схемы прокатки не превышает 20 мм, а при использовании других схем несколько увеличивается и зависит от соотношения вытяжки при прокатке в продольном и поперечном направлениях.

При назначении величины боковой обрезки при прокатке по поперечной схеме лимитирующим является не толщина плакирующего слоя, а пониженная прочность соединения слоев по кромкам, что может быть вызвано более низкими контактными напряжениями на кромках листа [6].

При этом пониженная прочность соединения на кромках при прокатке по поперечной схеме, по сравнению с прокаткой по сложным схемам, может быть объяснена тем, что пониженные давления в прикромочной области в первом случае имеют место на протяжении всего цикла прокатки, а во втором – частично. Испытания на срез образцов двухслойной стали сочетания 09Г2С–12Х18Н10Т, вырезанных на расстоянии 40 мм от кромки показали, что прочность соединения составляет 254 МПа, в то время как прочность соединения на срез образцов, вырезанных на расстоянии 80 мм, составила 340 МПа. Следовательно, боковая обрезь по лакирующему слою листов, полученных с применением поперечной прокатки должна находиться в пределах 60–80 мм с каждой стороны, а при применении других схем прокатки 90–110 мм.

Таким образом, значительным резервом экономии металла при производстве двухслойных листов пакетным способом за счет снижения величины боковой и торцевой обрезки является:

- минимизация ширины герметизирующей рамки с учетом возможности окисления контактной поверхности при сварке пакета и устойчивости рамки при прокатке, а также дифференцированный подход к выбору ширины герметизирующей рамки;
- фиксация пластин лакирующего слоя в пакете с минимальным зазором между пластинами лакирующего слоя и герметизирующей рамкой;
- подбор одинаковых по форме и размеру пластин лакирующего слоя;
- применение прибора контроля границы лакирующего слоя в закрытом раскате для определения точки отсчета при назначении величины обрезки;
- применение поперечной схемы прокатки пакетов в случае возможности получения необходимых размеров листа из пакета существующей конструкции.

ВЫВОДЫ

На основе экспериментальных исследований в промышленных условиях определены основные причины повышенного расхода металла при производстве двухслойных листов пакетным способом и даны рекомендации по снижению величины обрезки при раскромке биметаллических раскатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кугаенко М. Е. Листопрокатное производство / М. Е. Кугаенко, М. В. Ковынев, В. В. Миллер. – М, Металлургия, 1962. – 429 с.
2. Пирязев Д. И. Производство листовой биметаллической стали / Д. И. Пирязев, Н. М. Хорошилов, Ю. А. Кузьменко. – К. : ЦБТИМЧМ УССР, 1966. – 71 с.
3. Совершенствование технологии и технико-экономические показатели производства биметаллической листовой стали / Л. В. Меандров, Д. И. Пирязев, Г. А. Сагитов [и др.]. – К. : ЦБТИМЧМ УССР, 1968. – 34 с.
4. Луценко В. А. К вопросу о величине и фиксации зазоров в пакетах / В. А. Луценко // Сб. науч. трудов ДонГТУ. – Алчевск. – 2006. – № 21. – С. 102–108.
5. Луценко В. А. Производство двухслойных коррозионностойких листов / В. А. Луценко. – Алчевск, 2004. – 167 с.
6. Грудев А. П. Теория прокатки / А. П. Грудев. – М. : Металлургия, 1988. – 239 с.

Луценко В. А. – д-р техн. наук, проф. ДонГТУ;
Беседин А. И. – канд. техн. наук, доц. ДонГТУ;
Боровик П. В. – ст. преп. ДонГТУ.

ДонГТУ – Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск.

E-mail: lutvictor@rambler.ru