

**к. т. н., проф. Луценко В.А.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)**

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ДВУХСЛОЙНЫХ ЛИСТОВ

Розглянуті різні варіанти технологічних процесів виробництва двошарових листів, доцільність вживання яких визначається вимогами до параметрів готової продукції

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Основными задачами при производстве прокатной продукции, в том числе и биметаллов, является обеспечение высокого качества продукции при минимальных затратах и максимальной производительности.

В связи с тем, что область применения биметаллов непрерывно расширяется, возрастают требования к их свойствам, что требует при разработке технологических процессов новых технологических решений. Это, свою очередь вызывает необходимость проведения теоретических и экспериментальных исследований всего технологического процесса производства биметаллических композиций, что дает возможность разрабатывать технологические процессы, которые обеспечивают получение высококачественной продукции при минимальных затратах.

Многолетний опыт производства и применения биметаллов показал, что они до сих пор не заняли должного места в ряду важнейших конструкционных материалов. Причинами такого положения является, что существующие технологии не всегда дают возможность производить биметалл стоимостью ниже стоимости пластирующего металла [1] и относительно высокая сложность технологических процессов. Поэтому в настоящее время биметаллы нашли применение, в основном, не как заменители дорогостоящих цветных металлов, а как материалы, имеющие новый комплекс эксплуатационных свойств.

Анализ исследований и публикаций. Основные теоретические и экспериментальные исследования в области производства биметаллов были выполнены в 60-80 годы. В это время Украина занимала лидирующие позиции по производству двухслойных коррозионностойких листов. Алчевский металлургический комбинат выпускал около 20 тысяч тонн двухслойных листов в год, в то время как металлургические предприятия России (Челябинский металлургический комбинат и Орско-Халиловский металлургический комбинат) производили в сумме не

более 7 тысяч тонн в год, а в конце 80-х годов на Алчевском металлургическом комбинате началась реконструкция цеха двухслойной стали с целью увеличения объема производства до 60 тысяч тонн в год. В 1992-1994 гг. в странах СНГ произошел резкий спад производства основных видов металлургического производства, в том числе и проката, после чего произошло увеличение объема проката, в основном за счет предприятий России, Украины, Молдавии и Казахстана. В настоящее время в России наблюдается устойчивая тенденция к росту производства двухслойных листов. [2]. Однако развитие отечественной металлургической и машиностроительной промышленности требует возрождения отечественной отрасли по производству крупногабаритных двухслойных листов.

Постановка задачи. Задачей данной работы является разработка рекомендаций по развитию производства крупногабаритных двухслойных листов на базе имеющегося опыта и новых технологических решений.

Изложение материала и его результаты. В настоящее время представляется перспективным использование системного подхода при решении задач организации производства биметаллических композиций и на основе имеющегося опыта производства, а также современных экспериментальных и теоретических исследований разработка усовершенствованных технологий.

Системный подход при решении задач проектирования новых композиций и определении способа их изготовления представлен в работе [1], где достаточно полно представлены все этапы проектирования и взаимосвязи между ними.

В том случае, если стоит задача разработки комплексной технологии производства биметаллической композиции известного сортамента в условиях действующего производства, то структура действий должна иметь следующий вид (рис. 1). При этом основным параметром, определяющим выбор конструктивных параметров пакета и технологических параметров прокатки являются требования к свойствам слоистой композиции.

Целесообразность такого подхода заключается в том, что при многообразии условий использования биметаллических композиций и соответственно требований к качеству (прочность и сплошность соединения слоев, точность геометрических параметров, плоскостность) должны применяться и различные технологические приемы производства, обеспечивающие требуемый уровень эксплуатационных свойств при наименьших затратах. При этом дифференцированный подход к процессу производства биметаллических композиций за счет создания гибких технологий позволит значительно снизить их себестоимость.

Формулировка требований к готовой слоистой композиции

**прочность и сплошность соединения слоев
точность геометрических размеров**



**Выбор параметров исходных материалов
и сборки пакетов**



**Назначение технологических
параметров прокатки
схема прокатки
степень деформации**

Рисунок 1. Структура действий при разработке технологии производства двухслойных листов заданного сортамента

Поэтому перспективным является создание специализированных производств, способных выпускать малотоннажные партии двухслойных листов с параметрами, ориентированными на конкретного потребителя. При этом потребуется разработка технологических процессов, учитывающих особенности и состав технологического оборудования данного предприятия.

В работе [3] приведены основные принципы построения технологического процесса производства двухслойных листов пакетным способом на всех этапах производства, обеспечивающие получение качественное соединение при снижении расхода металла и энергии. При этом следует выделить минимальный уровень требований к технологическому процессу, который обеспечивает наименьшие затраты для получения двухслойных листов, соответствующих требованиям стандарта. К этим требованиям относятся: применение равнотолщинных слябов основного слоя; состава и способа подготовки разделительной обмазки, наличие зазоров между рамкой и пластинами плакирующего слоя, который определяется сочетанием сталей основного и плакирующего слоев, и их фиксация, соблюдение принципа формирования режима обжатий, обеспечивающего снижение количества раскрытий пакетов при прокатке,

применение многопроходной холодной правки биметаллического раската с дифференцированными перекрытиями, а также использование результатов исследований распределения толщины плакирующего слоя в биметаллических раскатах и прибора контроля границы плакирующего слоя.

Возможность применения различных промежуточных подслоев позволяет выбрать оптимальный по соотношению цена-качество.

Традиционный способ нанесения промежуточного подслоя из никеля гальваническим способом требует наличия в составе цеха гальванического отделения и отличается низкой производительностью. Покрытие при этом имеет значительную пористость и неравномерно распределяется по контактной поверхности, что приводит к нестабильности прочности соединения и наличию несплошностей соединения слоев.

Более высокое качество соединения слоев можно достичь с применением двойного никелирования, которое заключается в том, что в ванне декапирования наносится тонкий слой никеля, а затем в ванне никелирования наносится основной слой. При этом поры перекрываются и при нагреве не происходит окисление поверхности пластин плакирующего слоя. Преимуществом процесса является то, что он может быть осуществлен на оборудовании травильного отделения. Повышение качества соединения слоев достигается за счет некоторого повышения трудоемкости процесса.

Применение никелевой фольги взамен гальванического никелевого покрытия значительно упрощает технологический процесс и позволяет стабилизировать показатели прочности соединения слоев за счет одинаковой толщины подслоя по всей контактной поверхности, однако для получения высококачественного соединения слоев требует изменения конструкции пакета с целью уменьшения количества воздуха в пакете или применения пирофорной разделительной обмазки. Прочность соединения слоев в этом случае не превышает в среднем прочность соединения слоев при использовании никелевого покрытия, однако позволяет повысить производительность процесса. Себестоимость продукции в этом случае зависит от стоимости никелевой фольги.

Высокое качество соединения слоев может быть достигнуто применением комбинированных подслоев, сочетающих преимущества гальванического покрытия и никелевой фольги. Этот способ предполагает предварительное нанесение гальваническим способом никелевого слоя, более тонкого, чем при традиционной технологии, а затем укладку никелевой фольги толщиной, обеспечивающей высокое качество переходного слоя. При этом повышаются трудозатраты на изготовление пакета и себестоимость двухслойных листов, однако способ может быть при-

зан целесообразным для изготовления листов, которые применяются для изделий ответственного назначения [4].

Для производства трудно соединяемых металлов, имеющих различное сопротивление деформации, а также толстых листов, получение которых затруднено в связи с тем, что для получения прочной связи требуется заготовка большой высоты, обеспечивающая необходимую кратность обжатия, целесообразным является применение механического зацепления. Вид механического зацепления определяется уровнем требований к готовому изделию: в случае, если полученная заготовка в дальнейшем не подвергается пластической деформации, то композиция может быть получена с применением пазов прямоугольной формы на более прочной пластине без ее пластической деформации в процессе обработки давлением [5]. Если же предполагается дальнейшая обработка давлением, то надежное соединение может быть достигнуто путем нарезки на более прочной составляющей композиции пазов более сложной формы, обеспечивающей образование соединения, характерного для соединений, полученных сваркой взрывом [6].

Производство двухслойных листов сочетания сталь-титан, широко распространенного за рубежом, в отечественной практике сдерживается тем, что традиционные технологические процессы производства биметалла этого сочетания связаны с необходимостью применения достаточно сложных технологических приемов (вакуумирование, заполнение пакета инертными газами) и дорогостоящих подслоев. В связи с этим актуальной является разработка новых технологических процессов, которые позволяют получить биметаллические листы с достаточно высокими технологическими свойствами. Для производства малотоннажных партий указанного биметалла целесообразным является использование способа производства с применением силицирования поверхности титановых пластин, который обеспечивает защиту контактной поверхности титана от окисления и предотвращает образование хрупких карбидов в переходной зоне [7].

Рассмотренные способы производства двухслойных листов отличаются качеством соединения слоев и трудозатратами на их производство, что дает возможность в зависимости от требований к качеству готовой продукции выбрать тот способ, который является оптимальным по соотношению показателей цена-качество (рис. 2).

Выводы и направление дальнейших исследований

На основании анализа способов производства двухслойных листов приведены рекомендации по выбору технологических параметров и развитию производства крупногабаритных двухслойных листов пакетным способом.

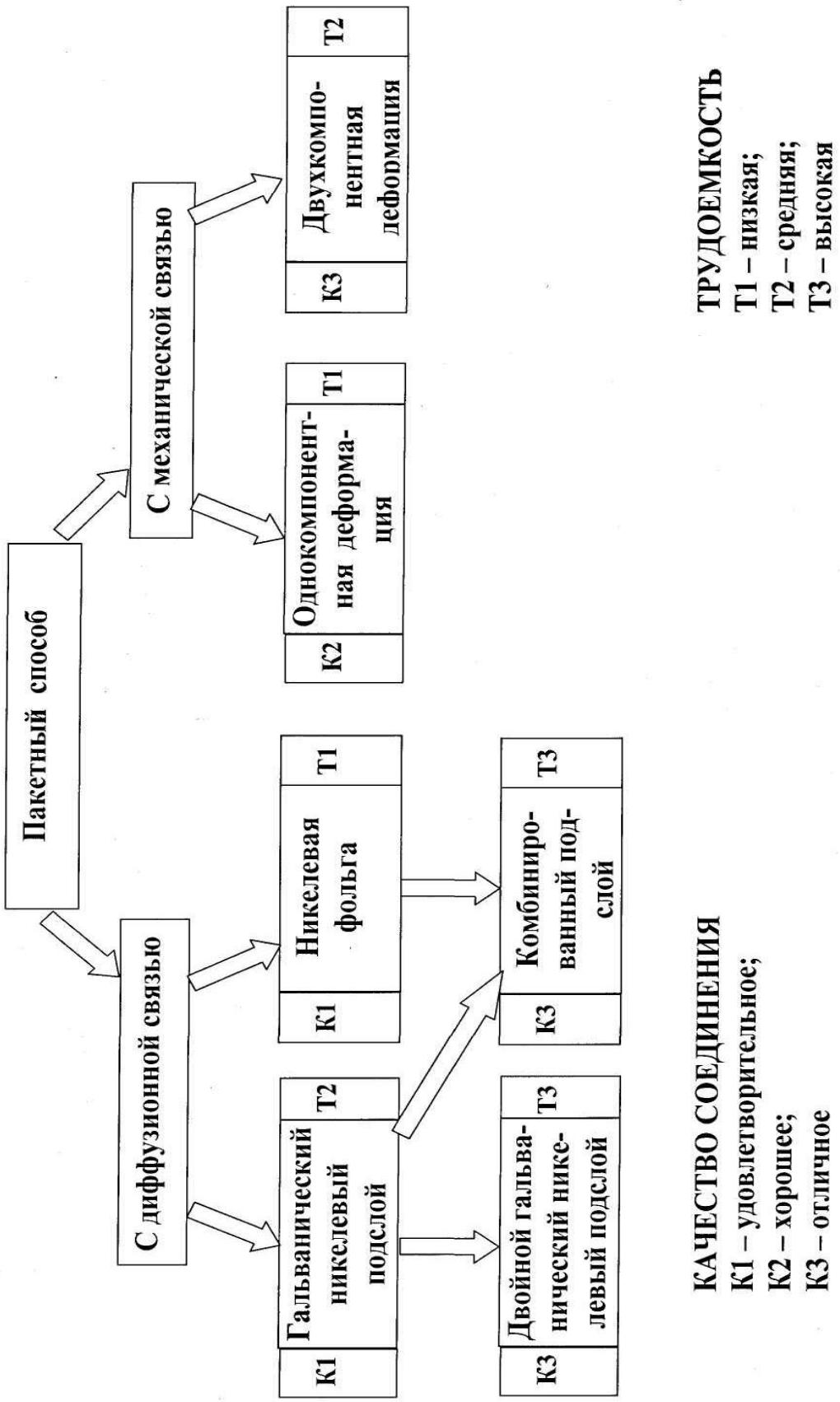


Рисунок 2. Классификация разработанных способов производства двухслойных листов

Рассмотрены различные варианты технологических процессов производства двухслойных листов, целесообразность применения которых определяется требованиями к параметрам готовой продукции.

Different variants of technological processes of production of two-layer sheets, expedience of application of which is determined by the requirements to the parameters of the prepared products, are considered.

Библиографический список.

1. Кузнецов Е.В. Основные тенденции в развитии процессов слоистых металлических композиций // Труды III Конгресса прокатчиков. – М.: Черметинформация. – 2000. – С. 235-237.
2. Радюкевич А.В. Состояние и основные направления развития прокатного производства // Труды II Конгресса прокатчиков. – М.: Черметинформация. – 1998. – С. 5-9.
3. Луценко В.А., Беседин А.И., Луцкий М.Б. Особенности проектирования процесса производства двухслойных листов пакетным способом// Совершенствование технологий и оборудования обработки металлов давлением в металлургии и машиностроении. – Краматорск: ДГМА.- 2003.- С. 38-40.
4. Пат. 17123 Україна, МПК B21B 1/38. Спосіб виробництва багатошарових листів/ Луценко В.О. (Україна).- № u2006 02619; Заявл. 10.03.2006; Опубл. 15.09.06, Бюл. №9.- 2 с.
5. Потапкин В.Ф., Морозов И.А., Анакин А.В. Технология и методы расчета процесса производства биметаллических пластин с механическим соединением. Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у металургії та машинобудуванні: Зб. наук. пр. – Краматорськ, 2001. – С. 518 – 522.
6. Луценко В.А. Применение механического зацепления при производстве биметаллов. Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у металургії та машинобудуванні: Зб. наук. пр. – Краматорськ, 2003. – С. 56-61.
7. Луценко В.А. Исследование процесса получения биметалла сталь-титан. Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії та машинобудуванні: Зб. наук. пр.- Краматорськ.-2002, С. 292-297.

*Рекомендовано к печати
к. т. н., проф. Ульянищким В.Н.*