

CLAD METALS BY COMBINED EXPLOSIVE WELDING/STACK ROLLING PROCESS: STRUCTURE AND PROPERTIES

T. A. Shishkin, O. L. Pervukhina
ISMAN

EPNM
Strasbourg 2012

Problem:

There is a problem of getting of the multilayer material made of tool steel and high strength steel. The creation of the bimetal steel allows to combine a high wear resistance and high strength and to use for the manufacturing of parts which subject to dynamic loads.

Проблема: Существует проблема получения многослойного материала из инструментальной стали и высокопрочной стали. Создание биметалла из этих сталей позволяет соединить высокую износостойкость и высокую прочность. И использовать для изготовления деталей, подверженных динамическим нагрузкам.

We offer:

To solve this problem, we offer a combined method of explosion welding and batch rolling.

Предлагается: Для решения проблемы предлагается комбинированный метод сварка взрывом и пакетная прокатка.

Aim of the work: Analysis of the structure and properties of the bimetal obtained by combined technology

Цель работы: Анализ структуры и свойства полученного биметалла по комбинированной технологии.

Method

(Методика)

1. Analysis of existing methods of production of bimetal with high wear resistance

Анализ существующих методов производства биметалла с высокой износостойкостью

2. Development of combined technology "Explosion Welding + hot pack rolling" for the manufacture of bimetal

Разработка комбинированной технологии «сварка взрывом + пакетная прокатка» для изготовления биметалла

3. Analysis of the structure and properties of the bimetal obtained by this technology

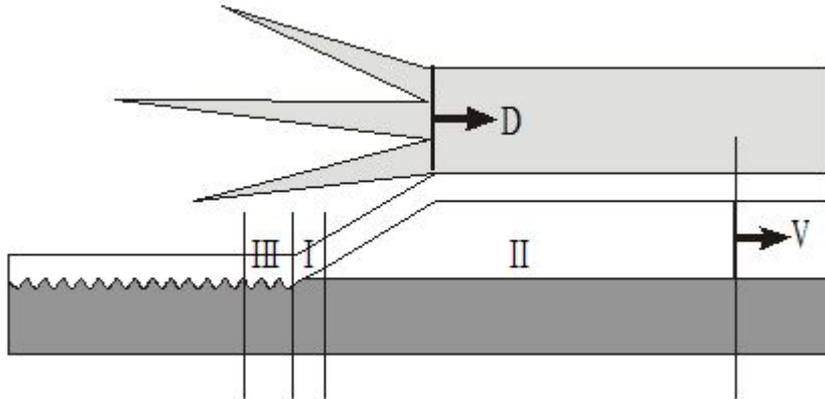
Исследование структуры и свойств биметалла полученного по данной технологии

4. Conclusion

Заключение

Methods for obtaining clad metal

(Методы получения многослойных материалов)



1- zone of contact point,
2- zone of ahead of contact point and 3- zone of join formation.
D – detonation velocity, V- velocity of shock-compressed gas

Disadvantages pack rolling are:

- **The difficulties of obtaining sealed package with the tool steel**
- **Difficulties in producing high-quality bonding during the rolling process.**
- **Narrow range of temperatures during hot rolling**

(Недостатки пакетной прокатки:

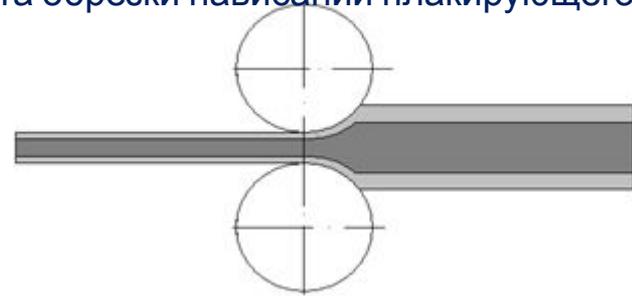
- *Сложность получения герметичного пакета с инструментальной сталью*
- *Трудность получения качественного соединения сталей в процессе прокатки*
- *Узкий интервал температур при горячей прокатке)*

Types of defects:

- **cracks in the bonding area;**
- **multiple through cracks in the clad layer;**
- **main cracks in the clad layer, which are located along the width of clad sheet starting from the place of overhangs cutting.**

(Виды дефектов:

- *микротрещины в зоне соединения;*
- *множественные сквозные трещины в лицевом слое;*
- *магистральные трещины в лицевом слое, которые распространяются по ширине листа от места обрезки нависаний плакирующего листа.)*



Rolling up to the required thickness of the package *(прокатка пакета до необходимой толщины)*

The combined technology of clad metal

(Комбинированная технология изготовления многослойных металлов)

- 1. Surface modification of tool and high-strength steel by applying to its surface the layer of mild steel by explosive welding.**

- 1. Assembling a sealed package.**

- 1. The formation of solid bonding of low-carbon steels during hot pack rolling.**

- 1. Heat treatment, leveling and quality control.**
 1. Модификация поверхности инструментальной и высокопрочной стали путём нанесения на их поверхность слоя малоуглеродистой стали сваркой взрыва.
 2. Сборка герметичного пакета.
 3. Образование прочного соединения малоуглеродистых сталей при горячей прокатке.
 4. Термообработка, правка и контроль качества.

Methods of studying the structure and properties of the bimetal grade У8А + Ст. 3 + 45ХН2МФА

(Методика исследований структуры и свойств Биметалла марки)

- 1. Ultrasonic testing of the continuity of the bond.**
- 1. Tensile tests of the bonding of the layers.**
- 1. Boun structure analysis by optical and electronic microscopes.**
- 1. Testing the hardness and the microhardness.**
- 1. Analysis of the structure and properties of the finished bimetal.**
 1. Ультразвуковой контроль сплошности соединения на всех стадиях изготовления.
 2. Определение прочности соединения слоёв, на отрыв и изгиб после сварки взрывом, прокатки и термообработки.
 3. Исследование структуры на оптическом и электронном микроскопах зоны соединения.
 4. Определение твёрдости и микротвёрдости в зоне соединения на всех стадиях изготовления и термообработки.
 5. Исследование структуры и свойств готового биметалла

Properties of the connection with the packaging

(Исследования свойств соединения при сборке пакета)

On the developed technology experimental batch of bimetallic sheets was fabricated U8A+St.3 and St.3+45KhSNMFA (По разработанной технологии была изготовлена опытная партия биметаллических листов **У8А+Ст.3** и **Ст.3+45ХН2МФА**)

Results of Ultrasonic monitoring showed no defects at all stages of bimetal manufacture. (Результаты УЗК показали отсутствие дефектов на всех этапах изготовления биметалла.)

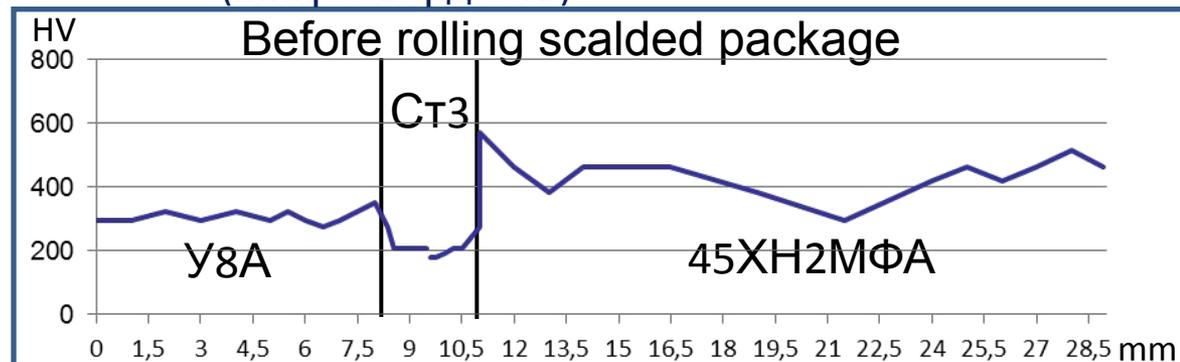
Bond strength was 250-280 МПа.(Прочность соединения на отрыв составила 250-280 МПа.)

Multilayer packet after the explosion welding (*Многослойный пакет после сварки взрывом*)



Microhardness

(Микротвердость)



Properties of the compound after pack rolling

(Исследования свойств соединения после пакетной прокатки)

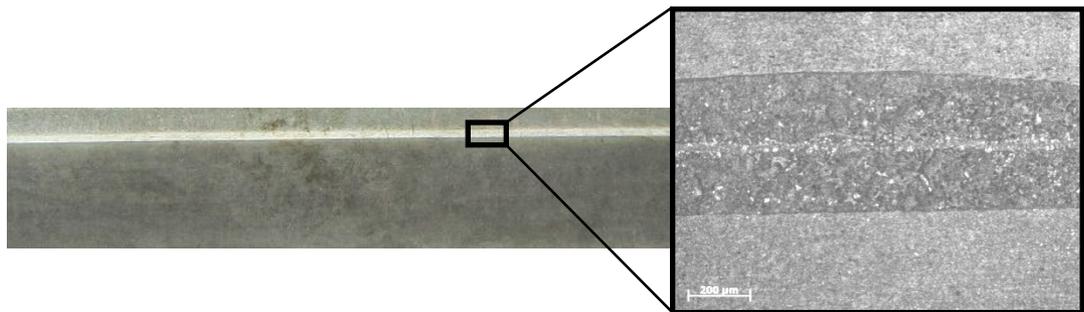
After rolling, a collection packet structure of theirs was to provide

U8A+St.3+45KhSNMFA. (После прокатки собранных пакетов их структура стала представлять U8A+Ст.3+45ХН2МФА)

The results showed Ultrasonic monitoring monolithic structure after rolling.

(Результаты исследований биметалла УЗК показали монолитность структуры после прокатки)

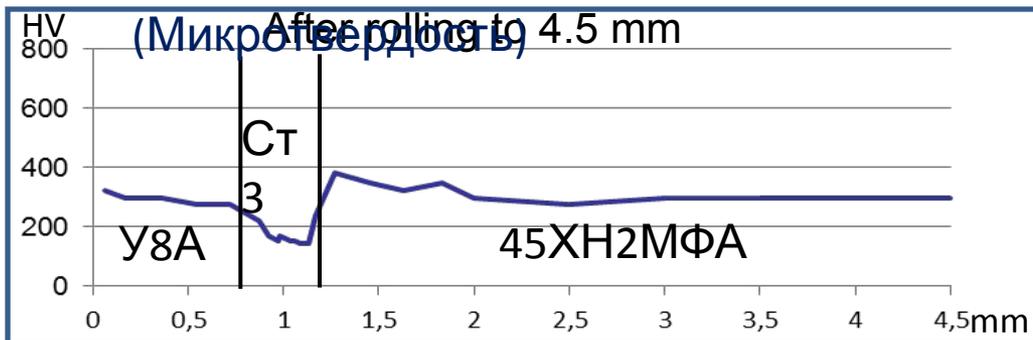
Multilayer packet after the explosion welding and hot pack rolling (Многослойный пакет после сварки взрывом и горячей пакетной прокатки)



Bimetal specimens after testing at an angle of 120 °: lateral bending and bending of the front and back side out (образцы биметалла после испытания на угол 120°: боковой изгиб и изгиб лицевой и тыльной стороной наружу)

Microhardness

(Микроиспытание) 4.5 mm



Analysis of the structure and properties of the finished bimetal

(Исследование структуры и свойств готового биметалла)

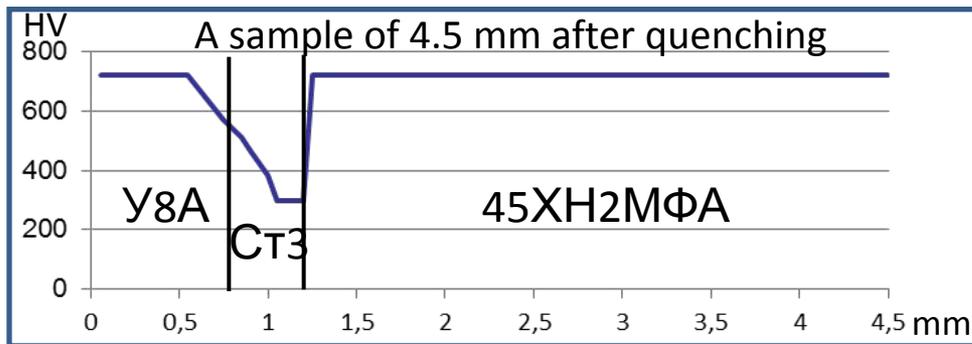
Tests were carried out after heat treatment at temp. 860 °C and cooling off in oil

Испытания проводились после термической обработки при темп. 860°C и охлаждением в масле

After hardening the microhardness U8A and 45KhSNMFA 700HV, Steel 3 300 HV

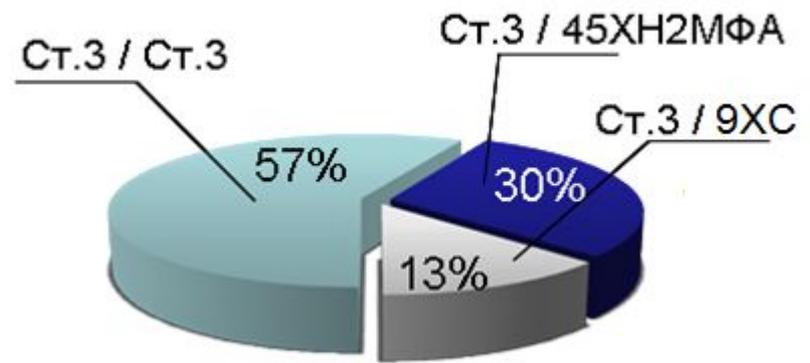
(Микротвёрдость после закалки У8А и 45ХН2МФА 700HV. Ст. 3 300HV.)

Microhardness (Микротвёрдость)



Types of bundle after the test

(Процентное соотношение типов расслоения после испытания)



Conclusion

The combined technology (explosive welding + hot pack rolling) provides obtaining of the bimetal with high strength properties and defect-free structure of the bonding. It can be recommended for the production of wear-resistant bimetal.

The Company "Bitrub International" is studying this technology of production of bimetal and is producing small experimental quantities.

Заключение

Комбинированная технология (сварка взрывом + горячая пакетная прокатка) обеспечивает получение биметалла с высокими прочностными свойствами и бездефектной структурой соединения. Она может быть рекомендована для производства износостойкого и ударостойкого биметалла.

В ООО «Битруб Интернэшнл» технология производства биметалла осваивается и выпускаются опытно-промышленные партии.