

**ПЛАСТИЧНА ДЕФОРМАЦІЯ МЕТАЛІВ
PLASTIC DEFORMATION OF METALS
ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ МЕТАЛЛОВ
ODKSZTAŁCENIE PLASTYCZNE METALI
PLASTISCHE DEFORMATION VON METALEN**

**ПРОГРАМА І ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ
Одинадцятої міжнародної
науково-технічної конференції
“Пластична деформація металів”
Національна металургійна
академія України
22-26 травня 2017, Дніпро, Україна**

**PROGRAM AND ABSTRACTS OF REPORTS
of the 11-th International Scientific
and Technical Conference
“Plastic Deformation of Metals”
National Metallurgical Academy of Ukraine
22-26 May, 2017, Dnipro, Ukraine**

Програма та тези доповідей / Program and abstracts of reports

<u>Програма та тези доповідей</u>	<u>Program and abstracts of reports</u>
Одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції	of the 11-th International Scientific and Technical Conference
" " " "	"Plastic Deformation of Metals"
Національна металургійна академія України (м. Дніпро) 22-26 травня 2017 р.	National Metallurgical Academy of Ukraine (Dnipro) 22-26 May, 2017
Почесний голова наукового комітету конференції – професор В. М. Данченко (Україна).	Honorary chairman of the scientific committee, prof. V. M. Danchenko (Ukraine).
" : "	Scientific committee of the Conference:
: Національна металургійна академія України. Проректор, проф. Ю. С. Пройдак	Ukraine: National Metallurgical Academy of Ukraine. Vice-rector, prof. Yu. S. Proydak
" : Інститут матеріалознавства ГанOVERського Університету ім. Лейбніца (IW). директор інституту проф. Х. Ю. Майер (Hans Jürgen Maier).	Germany: Leibniz University of Hannover. Director of the Institute of Material science (IW), prof. Hans Jürgen Maier.
" : Інститут матеріалознавства Падерборнського університету (LWK), директор інституту проф. М. Шапер (Mirko Schaper).	Germany: Paderborn University. Director of the Institute of Material science (LWK), prof. Mirko Schaper.
" : " проф. Я. В. Фролов, завідувач кафедри обробки металів тиском ім. акад. О. П. Чекмарьова Національної металургійної академії України (ОМТ).	Chairman of the Organizing committee: Ya. V. Frolov, Head of the Metal Forming Department, National Metallurgical Academy of Ukraine (OMT)
" <	Partners of the Conference:
DAAD Praxispartnerschaft Metallurgie	DAAD Praxispartnerschaft Metallurgie
Micas Simulation Ltd.	Micas Simulation Ltd.

22.05.2017,

9.00-13.00 – Реєстрація учасників. Зустрічі організаторів та представників індустрії.

" "
" " *
-402)"

15.00-17.00 – Реєстрація учасників. Обговорення порядку денного. Формування послідовності доповідей.

" "
" " *
-402)"

15.00-17.00 – Зустрічі в рамках проекту DAAD Praxispartnerschaft Metallurgie

" "
" " *
-410)"

23.05.2017,

9.00-10.00 – Реєстрація учасників. Стендові доповіді.

10.00-13.00 – Відкриття конференції. Програмні доповіді представників наукових шкіл та індустрії.

" " " * Q O V +
" " " * Q O V +

13.00-14.00 – Стендові доповіді.

14.00-18.00 – Програмні доповіді представників наукових шкіл та індустрії.

" " " * K Y +
" " " * K Y +

15.00-17.00 – Круглий стіл з якості підготовки фахівців для металургії та матеріалознавства

" " ' " * K Y +
" " *
-402)"

18.30-22.00 – Неформальна зустріч учасників конференції

" * K Y +

22.05.2017, Monday

9.00-13.00 – Registration. Organizers and industrial representatives' session.

Metal forming department (aud. A-402)

15.00-17.00 – Registration. Discussions on the conference agenda. Forming of report's sequence

Metal forming department (aud. A-402)

15.00-17.00 – DAAD Praxispartnerschaft Metallurgie sessions

Metal forming department (aud. A-410)

23.05.2017, Tuesday

9.00-10.00 – Registration. Poster session.

10.00-13.00 – The Conference Opening. The program reports of representatives of the scientific schools and industry

*3-rd floor of the library
Moderator Ya. V. Frolov (OMT)*

13.00-14.00 – Poster session.

14.00-18.00 – The program reports of representatives of the scientific schools and industry.

*3-rd floor of the library
Moderator O. M. Golovko (IW)*

15.00-17.00 – Round table on Metallurgy and Materials Science education quality

Metal forming department (aud. A-402)

*Moderator F. P. Ā t p d g t i g t " * K Y +*

18.30-22.00 – Lounge

Послідовність програмних доповідей – Додаток 1

The sequence of program reports – Add. 1

Програма та тези доповідей / Program and abstracts of reports

24.05.2017 ,

10.00-11.00 – Спількування за кавою. Призначення аудиторій.

" "
 -402" * 0 "

11.00-18.00 – Наукові доповіді за напрямками:

- Розрахунки та моделювання формозміни металу

" "
 " * Q O V

Тези доповідей напрямку – Додаток 2

- Структурування, властивості та термічна обробка деформованих виробів

"
 " (IW)

Тези доповідей напрямку – Додаток 3

- Прокатка

"
 " Q " * N Y M +

Тези доповідей напрямку – Додаток 4

- Виробництво труб

" F
 " " * +

Тези доповідей напрямку – Додаток 5

- Розвиток процесів обробки металів тиском

" G
 " " * +

Тези доповідей напрямку – Додаток 6

25.05.2017 ,

9.00-13.00 – Тренінги в рамках проекту DAAD Praxispartnerschaft Metallurgie.

<
 " * N Y M +

O. " * N Y M +

" * K Y +

14.00 – 18.00 – Співбесіди в рамках проекту DAAD Praxispartnerschaft Metallurgie

<
 " * N Y M +

O. " * N Y M +

" * K Y +

26.05.2017 ,

10.00-13.00 – Семинар, присвячений вимогам ринку праці до студентів з обробки металів тиском

" * K Y +

14.00-17.00 – Нарада організаторів та представників індустрії з питань співробітництва на період 2018-2020 років.

24.05.2017, Wednesday

10.00-11.00 – Coffee start. Appointment of Lecture halls.

Metal forming department (aud. A-402)

11.00-18.00 – Scientific reports on the Topics:

- Calculations and simulation of metal flow

N g e v w t . g " j c n n "

Moderator V. . Grinkevich (OMT)

Abstracts of reports on the Topic – Add. 2

- Formation of metal's structure and properties; heat treatment of products

Lecture hall B.

Moderator D. M. Rodman (IW)

Abstracts of reports on the Topic – Add. 3

- Rolling

Lecture hall C.

Moderator O. Yu. Grydin (LWK)

Abstracts of reports on the Topic – Add. 4

- Tubes and pipes manufacturing

Lecture hall D.

Moderator M. I. Medvedev (OMT)

Abstracts of reports on the Topic – Add. 5

- Development of metal forming processes

Lecture hall E.

Moderator V. V. Andreiev (OMT)

Abstracts of reports on the Topic – Add. 6

25.05.2017, Thursday

9.00-13.00 – DAAD Praxispartnerschaft Metallurgie trainings.

Lecturers:

M. Schaper (LWK)

O. Yu. Grydin (LWK)

*F. P. Ā t p d g t i g t " * K Y +*

14.00-18.00 – DAAD Praxispartnerschaft Metallurgie interviews

Moderators:

M. Schaper (LWK)

O. Yu. Grydin (LWK)

*F. P. Ā t p d g t i g t " * K Y +*

26.05.2017, Friday

10.00-13.00 – Workshop on job market requirements for metal forming students

*Moderator F. P. Ā t p d g t i g t " * K Y +*

14.00-17.00 – Meeting of organizers and industry representatives on the cooperation directions for 2018-2020.

<p>Послідовність програмних доповідей Одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції " " , Національна металургійна академія України, 23 травня 2017 р. Засідання проходить у приміщенні бібліотеки НМетАУ (3 поверх). " 0 " 0 "</p>	<p>The sequence of program reports of the 11-th International Scientific and Technical Conference "Plastic Deformation of Metals" National Metallurgical Academy of Ukraine 23 May, 2017 Session is at the 3-rd floor of the library NMetAU. <i>Moderator Ya. V. Frolov (OMT)</i></p>
10.00 Відкриття конференції	10.00 Conference opening
10.15 Андрій Самсоненко – кафедра обробки металів тиском Національної металургійної академії України	10.15 Andriy Samsonenko – Metal Forming Department, National Metallurgical Academy of Ukraine
10.40 Флоріан Нюрнбергер – інститут матеріалознавства Гановерського університету ім. Лейбніца	10.40 Florian Nürnbergger – Institute of Material science, Leibniz University of Hannover
11.05 Олександр Гридін – Інститут матеріалознавства Падерборнського університету	11.05 Olexander Grydin – Institute of Material science, Paderborn University
11.30 Ніколай Біба – MICAS SIMULATION LTD	11.30 Nikolai Biba – MICAS SIMULATION LTD
11.55 Володимир Кухар – кафедра обробки металів тиском Приазовського державного технічного університету	11.55 Volodymyr Kukhar – Metal Forming Department Pryazovskyi State Technical University
12.20 Йосип Огинський – кафедра металургійного обладнання Запорізької державної машинобудівної академії	12.20 Yosyp Ohyns'kyy – Department of metallurgical equipment, Zaporizhzhia State Engineering Academy
12.45 Сергій Єршов – кафедра обробки металів тиском Дніпровського державного технічного університету	12.45 Serhiy Yershov – Metal Forming Department, Dniprovsky State Technical University
13.00 Перерва	13.00 Break
14.00 Представник компанії "СЕНТРАВІС ПРОДАКШН ІЮКРЕЙН"	14.00 CENTRAVIS PRODUCTION UKRAINE representative
14.25 Представник компанії "ІНТЕРПАЙП"	14.25 INTERPIPE representative
14.50 Представник компанії "ЄВРАЗ ДМЗ"	14.50 EVRAZ DMZ representative
15.15 Євген Шифрін – ДП "НДТІ"	15.15 Yevhen Shyfrin – DP "NDTI"
15.40 Олександр Головка – інститут матеріалознавства Гановерського університету ім. Лейбніца	15.40 Oleksandr Golovko – Institute of Material science, Leibniz University of Hannover
16.05 Олександр Бобух – центр підтримки кар'єри та працевлаштування Національної металургійної академії України	16.05 Oleksandr Bobukh – Career and Employment Center, National Metallurgical Academy of Ukraine
16.30 Вячеслав Бояркін – центр підготовки та навчання іноземних студентів Національної металургійної академії України	16.30 Vyacheslav Boiarkin – International Students Office, National Metallurgical Academy of Ukraine
16.55 Дискуссія та формулювання висновків	16.55 Discussion and conclusion

Тези доповідей напрямку " "	Abstracts of reports on the Topic Calculations and simulation of metal flow
Одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції " "	of the 11-th International Scientific and Technical Conference "Plastic Deformation of Metals"
в Національній металургійній академії України, 24 травня 2017 р.	National Metallurgical Academy of Ukraine 24 May, 2017
Засідання проходить в .	Session is at the Lecture Hall A.
Час початку кожної доповіді можна узнати перед засіданням у модератора	Time of presentation you will know before the session from moderator

КОНЦЕПЦІЇ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

. О. "

Сучасні математичні моделі (концепції) процесів металів тиском зазвичай включають в себе наступні компоненти: система рівнянь, що описує процес (рівняння, що описують власне пластичну деформацію; рівняння, що описують тепловий стан металу; рівняння, що описують розвиток мікроструктури); початкові умови; граничні умови.

Будь-яка математична модель базується на деякому спрощення фізичних процесів, які вона описує. Спрощення (або допущення) багато в чому визначають адекватність, по суті, якість цих моделей.

Основні допущення, що лежать в основі сучасних моделей, відносяться до: механіки деформованого твердого тіла; теплофізики; фізики пластичної деформації полікристалічного тіла; початкових умов; граничних умов.

Якщо обмежитися тільки механікою і теплофізикою процесу обробки металів тиском, то головні проблеми математичних моделей представляються такими: відсутність адекватної математичної теорії великих пластичних деформацій; відсутність співвідношень, що безпосередньо пов'язують деформаційну і теплову крайові задачі; недостатнє опрацювання швидких алгоритмів розв'язання крайових задач ОМД, в т.ч. в режимі реального часу.

Якщо перша і друга зазначені вище проблеми є фундаментальними, то третя носить прикладний характер. Її вирішення можливе при подальшому опрацюванні, зокрема, методів прямого розв'язання, що розробляються в середині 2000-х років.

CONCEPTIONS OF MATHEMATICAL MODELS OF METAL FORMING PROCESSES

Grinkevich V. O.

A modern mathematical models (conceptions) of the metal forming processes typically includes the following components: the system of equations describing the process (the equations that describe the proper plastic deformation; the equations that describe the thermal state of the metal; the equations that describe the evolution of the microstructure); initial conditions; boundary value conditions.

Any mathematical model is based on a certain simplification of the physical processes that it describes. Simplifying (or assumptions largely determine the value, in fact, the quality of these models).

The key assumptions underlying the current models are as follows: in the field of mechanics of the deformed solid body; in the field of thermal physics; in the field of plastic deformation of polycrystalline Physics; in the area of initial conditions; in the area of the boundary conditions.

If we confine ourselves only to mechanics and thermal physics of metal forming processes, the main problems of mathematical models are presented as follows: lack of adequate mathematical theory of large plastic deformations; the lack of equations, directly linking the deformation and thermal boundary value problems; insufficient elaboration of fast algorithms for solving boundary value problems of metal forming, including in real time.

If the first and second problems mentioned above are fundamental, the third is essentially an applied nature. Its resolution is possible with further development, in particular, direct solution methods, developed in the mid-2000s

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕНИЙ В СТАНИНАХ КРИВОШИПНЫХ ПРЕССОВ ОТКРЫТОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ ВНЕЦЕНТРЕННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ СИЛЫ ШТАМПОВКИ ОТНОСИТЕЛЬНО ОСИ ПОЛЗУНА

.. „ ” .. „ ” .. „ ”

Робота присвячена застосуванню методу циліндричних перерізів для аналізу напружено-деформованого стану в стійках відкритих станин кривошипних пресів. Особлива увага в роботі приділяється особливостям вибору і побудови розрахункових схем при ексцентричних навантаженнях. Були виведені залежності для розрахунку напружень при відцентровому навантаженні у крайніх точках слабкого перетину С-образної станини на прикладі кривошипного преса КД 2322Е. За підсумком досліджень зроблені висновки щодо застосовності методів плоских і циліндричних перерізів для прикладних розрахунків.

CALCULATION OF STRESSES IN THE STANDS OF CURVESHIP PRESSES OF THE OPEN TYPE IN THE CONDITIONS OF THE VNC-CENTER APPLICATION OF THE FORCING POWER REGARDING THE AXIS OF THE SLEEP

Kukhar V. V., Anishchenko O. S., Hlazko V. V.

The chapter is devoted to application of the cylindrical cross-section methods for analysis of the stress-strain state in the uprights of open frames of crank-presses. Special attention is paid to the peculiarities of the selection and construction of numerical schemes with eccentric loads. Dependencies have been derived for the calculation of stresses with eccentric loading at the extreme points of the weak section of the C-shaped frame using the example of the crank-press KD 2322E. The conclusions, based on the results of the research, were drawn about regarding applicability of the methods of planar and cylindrical sections for applied calculations.

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМИ QFORM ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОМТ В ПРОМИСЛОВОСТІ, ОСВІТІ ТА ДОСЛІДЖЕННЯХ

.. „ ”

У статті узагальнено досвід розробки та застосування програми QForm для задач обробки металів тиском. Показана важливість вирішення завдань деформації металу спільно з розрахунком прогину, напруг і температури в інструменті. Наведені приклади застосування програми в промисловості для запобігання дефектів течії, зниження витрати металу і підвищення стійкості штампового інструменту. В області досліджень показані переваги створення спеціальних моделей матеріалу шляхом програмування в середовищі QForm для врахування впливу структури і властивостей на перебіг металу і якість одержуваних виробів. Простота використання програми робить її доступною для навчання студентів, що сприяє підвищенню якості освіти

THE EXPERIENCE OF QFORM PROGRAM IMPLEMENTATION TO THE TASKS OF METAL FORMING SIMULATION IN INDUSTRY, EDUCATION AND RESEARCH

Biba N. V.

The paper summarises experience of development and implementation of the program QForm for the tasks of metal forming simulation. The importance of coupled modeling of the material flow and die deflection, stress and temperature is emphasized. The industrial case studies illustrate use of simulation for elimination of material flow defects, material saving and extending tool life. Built in programming facilities provide possibility to create specific material models to study the influence of microstructure on the material flow and product properties that is very important in the field of research. The program user friendliness makes it suitable for students training that helps education.

МСЕ АНАЛІЗ БАГАТОШАРОВИХ ТА ПОЛІГОНАЛЬНИХ ТРУБ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПІДВОДНИХ ШЛАНГОКАБЕЛІВ

Труби для шлангокабелів, які широко використовуються при видобуванні шельфової нафти та газу, піддаються навантаженням механічного та корозійного характеру під час їх прокладання та подальшої експлуатації. Забезпечення надійності та довговічності цих труб зумовлено, як правило, використанням інноваційних матеріалів з покращеними властивостями. Однак, використання таких матеріалів найчастіше призводить до суттєвого підвищення виробничих витрат, а також не завжди та не в повній мірі може гарантувати відповідність вимогам до міцнісних та корозійних властивостей.

Труби для шлангокабелів зі змінними властивостями по поперечному перерізу, які можуть вироблятися у вигляді багатошарової композиції окремих труб із різних матеріалів з необхідним рівнем механічних та корозійних властивостей в кожному шарі, може бути вигідним з точки зору виробничих витрат та результуючої якості всього шлангокабеля. Аналіз поведінки багатошарової труби для шлангокабелів під дією різноманітних навантажень, а також порівняння з поведінкою суцільної труби було проведено за допомогою математичного моделювання на основі методу кінцевих елементів. Використовувані при моделюванні навантаження відповідали навантаженням, які виникають в шлангокабелі під час експлуатації, а також навантаженням, які виникають в трубі під час її механічного випробування. Показано, що механічні властивості багатошарової труби з одного матеріалу подібні до властивостей суцільної труби з того ж матеріалу. Однак, в багатошаровій трубі, шари якої вироблені з різних матеріалів, може бути досягнуто одночасне підвищення міцнісних та пластичних характеристик. Крім того, в багатошаровій трубі виникають менші тангенціальні напруження при прикладенні крутячого моменту, що пояснюється взаємним просковзуванням шарів. Таким чином, багатошарові труби для шлангокабелів можуть мати одночасно підвищену корозійну стійкість та меншу вагу у порівнянні з суцільною трубою.

Альтернативним варіантом виконання вимог щодо надійності та довговічності труб для шлангокабелів при відносно невеликих виробничих витратах є використання полігональних труб. Два основних типи полігональних труб були розглянуті: тип "шестигранник" для внутрішньої частини та тип "зірка" для зовнішньої частини шлангокабеля. Труби такої форми мають більші момент інерції та момент інерції перерізу у порівнянні з круглою трубою. Показано, що використання труб з поперечним перерізом типу "шестигранник" та типу "зірка" замість круглих труб дозволяє збільшити загальну гнучкість шлангокабеля. Крім того, використання таких труб запобігає виникненню локальних пластичних деформацій в стінці труби під навантаженням.

FEM ANALYSIS OF MULTILAYER AND POLYGONAL PIPES DESIGNED FOR SUBSEA UMBILICAL PIPELINES

Frolov Ya. V., Schaper M., Andreev A. K., Golovko O. M., Grydin O. Yu., Samsonenko A. A., Stolbchenko M. Y.

Umbilical pipelines, which are widely used in offshore industry, undergo both mechanical and environmental loads during their mounting and service. To ensure reliability and durability of umbilical pipelines an application of novel materials with advanced properties is required. On the other hand, an application of such materials increases production costs and nevertheless, does not guarantee complete fulfilment of requirements on mechanical properties and corrosion resistance.

Pipelines with tailored properties across the wall thickness, which can be produced as a multi-layered composition of separate pipes of different materials with adjusted mechanical properties in each layer, seems to be advantageous in the context of production costs and resulted quality of whole pipeline. A comparative FEM analysis has been performed, to analyze behavior of multi-layered pipe under different types of loading and compare it with behavior of solid pipe. Applied loading types were chosen in accordance with loads, which are common for exploitation conditions of umbilical pipelines, as well loads, which are common for mechanical testing of pipes. It has been shown, that mechanical properties of multi-layered pipes with layers of the same material are similar to those of solid pipe. However, in case of layers of different materials higher strength and ductile properties of the whole composite pipe can be achieved. In addition, tangential stresses in multilayer pipe under twisting load have lower values than in solid pipe due to slippage of layers. Thus, multi-layered pipes exhibit higher corrosion resistance as well as reduced weight in comparison with solid pipe.

Another possible way to fulfil requirements on reliability and durability of umbilical pipelines with relative low production costs is to apply polygonal pipes. Two main types of polygonal pipes have been studied: "hexagonal" for inner part and "star" shaped for outer part of umbilical pipeline. These pipes have bigger moment of inertia and second moment of area in comparison with common round pipe. It has been shown, that usage of "hexagonal" as well as "star" shaped pipes instead of the round pipes allows to increase flexibility of umbilical in general. In addition, it prevents possible local plastic deformation of pipe's wall under payload.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВАЛКОВОЇ РОЗЛИВКИ-ПРОКАТКИ ШТАБ З ПРОФІЛЬОВАНИМ ПОПЕРЕЧНИМ ПЕРЕРІЗОМ В КІНЦЕВО-ЕЛЕМЕНТНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ANSYS FLOTRAN

. . . " " . . . "

Робота присвячена питанню виробництва штаб з профільованим поперечним перерізом з алюмінієвих сплавів на агрегатах валкової розливки-прокатки. Наводиться коротка інформація по запропонованому інноваційному методу виробництва профільованих штаб, а також представлені результати теоретичного аналізу даного процесу з використанням кінцево-елементного середовища Ansys Flotran. Метою проведення серії комп'ютерних моделювань є визначення впливу різних технологічних параметрів процесу валкової розливки-прокатки на такі характеристики одержуємих штаб з профільованим поперечним перерізом, як ступінь деформації металу в двовалковому кристалізаторі, температура і швидкість виходу штаби з валків. Отримані результати дозволяють розробити технологію виробництва профільованих в поперечному перерізі штаб високої якості методом валкової розливки-прокатки.

Тези доповідей напрямку	Abstracts of reports on the Topic
" " .	Formation of metal's structure and properties; heat treatment of products
Одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції	of the 11-th International Scientific and Technical Conference
" ,	"Plastic Deformation of Metals"
Національна металургійна академія України, 24 травня 2017 р.	National Metallurgical Academy of Ukraine 24 May, 2017
Засідання проходить в . Час початку кожної доповіді можна узнати перед засіданням у модератора	Session is at the Lecture Hall . Time of presentation you will know before the session from moderator

ВПЛИВ ГАРЯЧОГО ПРЕСУВАННЯ ВІДЦЕНТРОВОЛИТИХ ЗАГОТОВОК НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ПРИ ОТРИМАННІ ТОНКОСТІННИХ ТРУБ ЗІ СТАЛІ 40X25H20C2

Досліджували мікроструктуру горячедеформованих труб з відцентроволитої сталі 40X25H20C2 після гарячого пресування температури 1100...1275 °C зі ступенями деформації ϵ 12...90%. Використовували методи дослідження: металографічний (оптична і електронна мікроскопія – Неофот-21, "Tesla", ЕМВ-100Б, рентгеноструктурний аналіз (ДРОН, 2.0). Встановлено, що підвищення температури деформації при гарячому пресуванні заготовок з відцентроволитої сталі 40X25H20C2 сприяє зниженню ступеня деформації, необхідної для початку динамічної рекристалізації. Виявлено, що за будь-якої температури деформації існує інтервал ступенів деформації, при якому спостерігається максимальна роль динамічної рекристалізації в структурних змінах. Показано, що основними процесами відновлення структури горячедеформованого аустеніту є динамічні повернення і полігонізації. Встановлено, що гаряча деформація пресуванням відцентроволитої сталі 40X25H20C2 при температурі 1100...1250 °C сприяє дробленню аустенітних зерен в порівнянні з литим станом, формування в них деформаційної субструктури, а також перерозподілу карбідних включень в напрямку деформації і виділенню дисперсних частинок в процесі деформації на кордонах зерен і в місцях скупчення дефектів кристалічної будови, що сприяє диспергуванню карбідної фази. При температурі деформації +1275 °C проявляється нестабільність у формуванні зерен структури, пов'язана з вихідної різнозерністимі. За результатами металографічних і рентгеноструктурних досліджень еволюції дислокаційної субструктури аустеніту в процесі гарячого пресування заготовок з відцентроволитої сталі 40X25H20C2 встановлено, що при всіх досліджених температурах гарячого пресування утворюється динамічна полігональна субструктура, однак, інтервал ступенів деформації, при якій вона формується залежить від температури гарячого пресування. Розглянуто причини зниженої технологічної пластичності відцентроволитої сталі 40X25H20C2.

EFFECT OF HOT EXTRUSION CENTRIFUGAL BLANKS ON THE STRUCTURE AT THE OBTAINING OF THIN WALL TUBES FROM 40H25N20S2 STEEL

Gubenko S. I., Baleva Y. I., Bepal'ko V. N.

The microstructure of hot-deformed pipes of centrifugally cast steel 40H25N20S2 after hot pressing temperature of 1100...1275 °C with a degree of deformation ϵ 12...90%. We used methods of investigation: Metallographic (optical and electron microscopy – Neofot-21, "Tesla", EMW-100B,

Spray cooling, according to the shape and size of the product and the specific consumptions of water and air provide the cooling rate in the range of 10...300 K/s. Such range gives good opportunities to manage the structure and properties of the metal. It let to perform processes like "quenching-tempering" and "quenching-aging". The difference in temperatures at the same time for all researched modes of cooling near the cooled surface (1 mm) for the experiments can be considered proportional to the distance between points of measurements with sufficient accuracy. At a depth of 5 mm an insignificant disturbance of proportionality of temperature changing at the cross section has been observed. Therefore, the distribution of temperature at the cross section of the sample requires further investigation for determining the limits of influence of sprayer cooling and the cooling effect through the sides of the sample.

Due to nonlinear form of temperature fall curves to obtain quantitative dependences of cooling rate from the parameters of spray cooling it is expedient usage of the temperature range (800...500 °C) for the steel samples. Such way is similar to 8/5 cooling rate, widely used in welding techniques.

It was defined that the multiplication of relative water consumption at water-air sprayer cooling provides not proportional cooling rate with clear delay. The influence of relative water consumption on the cooling rate changes its character with growth of the distance from cooling surface to the axis.

ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИМ ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ І ПРИСКОРЕНА ОЦІНКА ВТОМНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИРОБУ

Поверхнєве пластичне деформування сприяє значному підвищенню довговічності деталі, надійності роботи машин і механізмів. Наші дослідження в області поверхневого пластичного деформування дозволили визначити: глибину наклепу без руйнування деталі; діапазон раціональних значень глибини наклепу; твердість металу без урахування добавки від наклепу ("справжню твердість"); запропонувати прискорені методи контролю межі витривалості деталі і спосіб прискореної оцінки втомних характеристик виробу. Спосіб дозволяє прогнозувати повну вірогідну криву виробу за результатами прискореного контролю пари зразків. Такі криві дають можливість вибирати матеріали і технології обробки для підвищення надійності виробів. Результати досліджень впроваджені і визнані винаходом, опубліковані, поширюються в зарубіжних виданнях.

HARDENING OF SURFACE PLASTIC DEFORMATION AND EXPRESS ASSESSMENT OF THE FATIGUE CHARACTERISTICS OF THE PRODUCT

Vdovin V. D.

Surface plastic deformation contributes significantly to the durability of parts, reliability of machines and mechanisms. Our research in the field of surface plastic deformation possible to determine: hardening depth without destroying the parts; the range of rational values of the depth of hardening; metal hardness, excluding additions from hardening ("real hardness"); offer accelerated fatigue limit testing methods detail and the method of rapid assessment of the fatigue characteristics of the product. The method allows to predict the full probability curve of the product as a result of the accelerated control pairs of samples. These curves make it possible to select materials and process technology to enhance product reliability. The research results are implemented and recognized by the invention, published, distributed in foreign publications.

двохвалковому калібрі. На підставі рівноваги сил в осередку деформації одержано вирази для визначення нейтральних кутів по середині стінки при прокатці швелера у двохвалковому калібрі.

З урахуванням дотичних контактних напружень, які діють у зонах відставання та випередження на контактній поверхні металу з валками в осередку деформації при прокатці швелера у двохвалковому калібрі, одержано вирази для визначення моменту прокатки на верхньому та нижньому валках, що дозволяють визначити характер розподілу моменту між валками.

THEORETICALLY IMPORTANT OF THE KINEMATIC PARAMETERS OF THE MOMENT OF ROLLING A SWEEPER AT THE DOUBLE-WALK CALIBRIA

Tubol'tsev A. G.

Proceeding from condition of the second volumes constancy and hypothesis of flat sections, expressions were deduced for determination of the forward slip on the middle of the channel web while rolling the channel in two-roll pass. Basing on the balance of forces in the zone of deformation expressions were deduced for determination of the angles of non-slip points on the middle of the channel web while rolling the channel in two-roll pass.

Taking into account tangential contact stresses acting in zones of forward and backward slip on the contact surface of metal with rolls in zone of deformation while rolling the channel in two-roll pass, expressions were deduced for determination of rolling torque on the top and lower rolls, which allow determining the character of distribution of torque between rolls.

МАЛОГАБАРИТНИЙ ОБТИСКНИЙ СТАН ДЛЯ БАГАТОНИТКОВИХ ЛИВАРНО-ПРОКАТНИХ КОМПЛЕКСІВ

. . . " . . . "

В лабораторії фізичного моделювання процесів пластичної формозміни металів Національної металургійної академії України на базі результатів фундаментальних досліджень розробляються принципово нові технології прокатки реологічно складних металів. Передбачається обтиснення литих заготовок здійснювати надвеликими ступенями деформації. Для цього необхідні розробки нового устаткування.

Висвітлюється конструкція нового прокатного стану для ливарно- прокатних комплексів.

Наведено заявочно – патентну схему обтискної кліті стану. Виготовлено його лабораторний дослідницько-промисловий варіант. Особливістю конструкції стану є малі його габарити в напрямку вісей валків. Цього досягнуто за рахунок застосування ланцюгових передач обертання від електродвигуна до валків.

Сили прокатки можуть сягати 0,5 МН. Швидкість прокатки може змінюватись від 0,05 мм/с до 100 мм/с.

Для розробки нових процесів прокатки на стані і їх дослідження в лабораторних умовах використовуються сучасні методи експериментальної механіки. Найбільш інформативні з них: поляризаційно-оптичний; муар; тензометричний; наукова кіно- і відеозйомка.

Завдяки особливостям конструкції такі стани можуть використовуватись в промислових багатониткових ливарно-прокатних комплексах.

SMALL BLOOMING MILL FOR MULTISPINNING CASTING-ROLLING COMPLEXES

Shlomchak G. G., Fyrsova T. Y.

In the laboratory of physical modeling of plastic deformation of metals at the National Metallurgical Academy of Ukraine it has developed a fundamentally new rolling technology for rheologically complex metals. Developments are based on the results of fundamental experimental research. It is

proposed to carry out the reduction of cast section with extra deformation ratio. It requires the development of new equipment.

A new rolling mill for Casting and rolling complex is described. It shows an application and patent scheme of roughing stand. It is made the commercial prototype. A feature of the mill design is its small dimensions in the direction of the roll axis. This is achieved through the use of chain rotation transmission from the motor to the rolls.

Rolling forces are up to 0.5 MN. The rolling speed is variable from 0.05 mm/s till 100 mm/s.

For the development of new processes for the rolling mill and research in laboratory conditions it is used modern methods of experimental mechanics. The most informative of them: polarized light method; moire fringe method; tensometric method; scientific films and videos.

Due to design features, such mills could be used in many industrial multi-pass Casting and Rolling Complex.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЛИПАННЯ ПРИ ПРОКАТЦІ

Набуло подальший розвиток уявлення про механізм утворення явища прилипання при прокатці. Виконано обґрунтування та експериментальне підтвердження місця розташування зони прилипання. Показано, що явище прилипання є одним з факторів що забезпечують процес прокатки. Вихідною межею зони прилипання є площина виходу з осередку деформації, кінематичним підтвердженням такого розташування є близькі значення швидкостей металу та валка. Розташування зони прилипання поблизу площини виходу з осередку деформації обумовлено також енергетичним принципом мінімуму роботи.

RESEARCH OF STICKING PHENOMENON AT ROLLING

Oginsky Y. K., Remez O. A.

The idea of a mechanism for the formation of a sticking phenomenon during rolling was further developed. The justification and experimental confirmation of the location of the zone of adhesion has been carried out. It is shown that the sticking phenomenon is one of the factors that ensure the rolling process. The exit boundary of the sticking zone is the plane of exit from the deformation center, the kinematic confirmation of such an arrangement is close values of the velocities of the metal and the roll. The location of the sticking zone near the exit plane from the deformation center is also due to the energy principle of the minimum of work.

МОДЕЛІ НАПРУЖЕНЬ ТЕРТЯ – "БІЛА ПЛЯМА" В СУЧАСНІЙ ТЕОРІЇ ПОВЗДОВЖНЬОЇ ПРОКАТКИ

При теоретичному визначенні параметрів процесу прокатки необхідні точні і надійні залежності (моделі) для опису рівня і характеру розподілу напружень тертя на контактній поверхні металу з інструментом. Раніше було показано, що застосовувані в сучасній теорії поздовжньої прокатки моделі напружень тертя є надмірно грубими, по суті припущеннями. У зв'язку з цим вони не забезпечують якісно вірно і кількісно точно прогнозування контактних дотичних напружень. Тому можна стверджувати, що основною невирішеною проблемою, тобто "білою плямою" в сучасній теорії поздовжньої прокатки є відсутність коректної моделі для опису напружень тертя на контакті штаби з валками.

У роботах було встановлено, що використання так званих законів Амонтона і Зібеля для опису розподілу напружень тертя при тонколистовій (холодній) прокатці є фактично необґрунтованим і експериментального підтвердження не мають. З метою усунення цього недоліку була запропонована нова модель напружень тертя, що враховує кінематику осередку деформації.

Сумісне рішення запропонованої моделі з диференціальним рівнянням рівноваги поздовжніх сил Т. Кармана дозволило отримати наступні нові знання про процес прокатки:

1. Встановлено, що епюри контактних нормальних напружень мають яскраво виражений куполоподібний вигляд, а напруги тертя плавно переходять через нуль в нейтральному перетині і близько відповідають експериментальним даним.
2. Вперше отримані кількісні дані, які підтверджують, що перерізи максимуму епюр контактних нормальних напружень і нейтрального перерізу не збігаються.
3. Встановлено, що нейтральний переріз зміщений ближче до перетину виходу штаби з валків, і запропонована більш точна формула для визначення нейтрального кута.
4. Встановлено, що методи визначення крутного моменту при прокатці по силах тертя і по силі прокатки є рівноцінними.
5. Запропонована нова формула для розрахунку середнього контактного нормального напруження при гарячій тонколистовій і холодній прокатці тонких і особливо тонких штаб, коли значення фактора форми осередку деформації l_c/h_{cp} змінюються від 5...10 до 30...75.

MODEL OF THE FRICTION STRESS – IT'S A "WHITE SPOT" IN THE MODERN THEORY OF LENGTH ROLLING

Vasilev Ya. D.

In the theoretical definition parameters of the rolling process requires accurate and reliable interrelation (model) to describe the level and nature of stress friction distribution at the contact of the metal surface with the tool. Previously, it was shown that, as used in the modern theory of length rolling model of friction stresses are excessively rough, substantially assumptions. In this regard, they do not provide the right quality and quantity accurate forecasting of contact shear stresses. Therefore, it can be argued that the main unsolved problem, ie, "white spot" in the modern theory of length rolling is the lack of a correct model to describe the friction stresses on the contact strip to the rolls.

In the papers it was found that the use of the so-called laws Amonton and Siebel to describe the distribution of the friction stresses in the sheet (cold) rolling are not actually unfounded and experimental verification. In order to eliminate this disadvantage was proposed a new model of friction stress, taking into account the kinematics of the deformation zone.

The joint solution of the proposed model with the differential equation of equilibrium longitudinal forces T. Karmana yielded the following new knowledge about the process of rolling:

1. It was found that the diagrams of the contact normal stress have a pronounced dome-shaped form, and the frictional stress smoothly pass through zero in the neutral section and closely match the experimental data.
2. For the first time obtained quantitative data proving that the maximum cross-section in diagrams of contact normal stresses and neutral section are not the same.
3. It was found that the neutral section is shifted closer to the exit cross section of the strip from the roll, and offered a more precise formula for determining the neutral angle.
4. It has been established that the determination of the methods of torque when rolling on the forces of friction and rolling force are equivalent.
5. It was proposed a new formula for the calculation of the average normal stress at the contact of hot and cold rolled sheet of thin and very thin strips, when the values of the deformation zone shape factor l_c/h_{cp} vary from 5-30 to 10-75.

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ КРУТНОГО МОМЕНТУ ПРИ ПРОКАТЦІ ТОНКИХ ШТАБ

При прокатці вся потужність для здійснення пластичної деформації металу валками передається фрикційним шляхом. Тому для обтиску штаби необхідно знати які моменти повинні бути прикладені до валків, щоб забезпечити їх обертання в процесі прокатки.

Незважаючи на удавану простоту і наявність чисельних публікацій з цього питання коректне замкнуте теоретичне рішення для визначення крутних моментів при прокатці не запропоновано. З цієї причини теоретичне визначення потужності при прокатці також не дано.

Як відомо теоретичне визначення крутних моментів при прокатці здійснюють двома методами – по силі тертя і по силі прокатки. В даний час встановлено, що обидва методи є рівноцінними. Однак через відсутність коректної моделі для опису напруг тертя на контактній поверхні визначення крутних моментів по силам тертя практично неможливо. Тому визначення крутних моментів здійснюють виключно за силою прокатки.

Основна трудність при теоретичному визначенні крутних моментів по силі прокатки полягає в знаходженні точки прикладання рівнодіючої на контактній поверхні або коефіцієнта плеча моменту ψ . В умовах штабової прокатки істотний вплив на величину коефіцієнта ψ надають і пружні деформації валків і штаби.

У даній роботі буде представлено теоретичне рішення для визначення коефіцієнта плеча моменту при прокатці тонких штаб з урахуванням особливостей кінематики осередку деформації, а також впливу нерівномірності розподілу контактних нормальних напружень, натягу і пружних деформацій валків і штаби. Використання нового рішення для прогнозування коефіцієнта плеча моменту дозволить підвищити точність розрахунку енергосилових параметрів при прокатці тонких штаб і відмовитися від існуючої практики, коли значення даного параметра не розраховується, а вибирається, керуючись досвідом і інтуїцією.

THEORETICAL DEFINITION OF TORQUE MOMENT AT THIN STRIP ROLLING

Vasilev Ya. D.

By rolling all power for the plastic deformation of the metal rollers is transmitted by friction. Therefore, to compression strip need to know what moments should be attached to the rolls in order to ensure their rotation in the rolling process. Despite its apparent simplicity and the presence of numerous publications on this subject, the correct theoretical solution to determine the torque moments during rolling is not proposed. For this reason, a theoretical definition of power during rolling is also not given.

As is known theoretical determination of the torque moments during rolling is carried out by two methods – by the forces of friction and strength of rolling. It is now established that both methods are equally valid. However, due to lack of proper model for describing stress of friction on the contact surfaces determining the torque moments by forces of friction is practically impossible. Therefore, the definition of torques moments to make by the force of rolling.

The main difficulty in the theoretical determination of torque moments by forces of rolling is to find the point of application of resultant force on the contact surface or shoulder torque coefficient ψ . In the context of a strip rolling a significant impact on the value of the coefficient ψ render elastic deformation of rolls and strips.

In this paper we will present a theoretical solution to determine the moment arm ratio by the rolling of thin strips allowing for the kinematics of the deformation zone, and the impact of uneven distribution of contact normal stress, tension and elastic deformations of the rolls and the strip. Using the new solution for the prediction accuracy of the moment arm ratio will be raise for calculating energy-power parameters in rolling thin strips and abandon the current practice when the value of this parameter is not calculated and selected, guided by experience and intuition.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ТОВЩИНОЮ, ТЕМПЕРАТУРОЮ КІНЦЯ ГАРЯЧОЇ ПРОКАТКИ І МЕЖЕЮ ПЛИННОСТІ ПІДКАТУ ІЗ СТАЛІ 08КП В УМОВАХ БШШС 1680

Виробництво гарячекатаного підкату зі сталі 08кп, на БШШС 1680 ВАТ "Запоріжсталь", що відрізняється низькою швидкістю прокатки (до 9 м/с), здійснюється за схемою "прямої прокатки" тобто без підігріву слябів після слябінга. У зв'язку з цим гаряча прокатка підкату

малої товщини (2,0-2,5 мм) закінчується при температурах значно нижче температур аустенитної області, що призводить до значної неоднорідності і, як наслідок, до нестабільності межі текучості і його пластичних властивостей по довжині штаби.

Результати експериментального дослідження температури кінця гарячої прокатки і межі текучості підкату завтовшки 2,0-4,0 мм зі сталі 08кп, виконаного на БШПС 1680 без застосування проміжного перемотувального пристрою (ППУ) на протязі двох місяців – одного зимового (грудня) і одного літнього (липня) двох суміжних років дозволяють відзначити наступне:

1. Температура переднього і заднього кінця штаби при збільшенні товщини підкату з 2,0 до 4,0 мм збільшується відповідно з 859 до 901 °С і з 769 до 859 °С. Збільшується також і середня температура підкату зазначених товщини з 811 до 874 °С. Найбільші значення перепаду температур ("температурного клину") по довжині штаби (60 °С) зафіксовані під час прокатки підкату завтовшки 2,0 мм. При цьому виявлено, що від однієї чверті до однієї третини довжини підкату завтовшки 2,0 мм прокатується при температурах нижче температур аустенитної області. Нестабільність температурних умов кінця гарячої прокатки призводить до неоднорідності структури і властивостей по довжині підкату.

2. Встановлено, що в умовах БШПС 1680 отримання підкату з задовільними параметрами мікроструктури і з необхідним комплексом властивостей по всій довжині штаби можливе лише при товщині останнього, що перевищує 2,7-3,0 мм.

3. Значення межі текучості переднього і заднього кінця підкату зі сталі 08кп при збільшенні його товщини з 2,0 до 4,0 мм зменшуються відповідно з 274 до 239 і з 343 до 263 Н/мм². Зменшуються також і середні значення межі текучості підкату зазначених товщин з 309 до 251 Н/мм² або на 18,8%.

Отримані дані свідчать про наявність жорсткого взаємозв'язку між товщиною, температурою кінця гарячої прокатки і межею текучості підкату зі сталі 08кп, а також про сильний вплив товщини підкату на його межу текучості.

INVESTIGATION OF INTERRELATION BETWEEN THICKNESS, FINAL TEMPERATURE OF HOT ROLLING AND THE YIELD STRESS FOR HOT-ROLLED STEEL 08KP IN CHRM 1680

Vasilev Ya. D.

Production of hot-rolled steel 08кп on CHRM 1680 JSC "Zaporizhstal", characterized by low rolling speed (up to 9 m/s), is carried out on a "direct rolling" i. e, unheated slab after slabbing mill. In this regard, the hot rolling strip by small thickness (2.0-2.5 mm) ends at temperatures significantly below the austenitic region temperature, resulting in significant non-uniformity, and as a result, instability of yield strength and the plastic properties along the length of the strip.

The results of experimental studies of the temperature conditions of the end hot rolling and the yield strength by hot rolled strip from steel 08кп and thickness 2.0-4.0 on CHRM 1680 without the use of intermediate rewriter (PPU) for two months – one winter (December) and one summer (July), two adjacent years reveals the following:

1. The temperature of the front and rear end of the hot rolled strip by increasing the thickness from 2.0 to 4.0 mm, respectively, increases from 859 to 901 °С and from 769 to 859 °С. Also increased and the average temperature hot rolled strip from these thicknesses from 811 to 874 °С. The highest values of temperature differences ("thermal wedge") along the length of the strip (60 °С) are fixed during the rolling of rolled thickness of 2.0 mm. At the same time it revealed that one-quarter to one-third the length of the rolled thickness of 2.0 mm is rolled at temperatures below austenite region. The instability of the temperature conditions of hot-rolling end leads to heterogeneity of the structure and properties of the strip length.

2. It was determined that under the conditions obtaining hot-rolled strip in 1680 CHRM with satisfactory parameters for microstructure and a desired set of properties throughout the length of the strip may only for a thickness greater than 2.7-3.0 mm.

3. The values of the yield stress of the front and rear end of 08кп hot-rolled strip at the thickness increase from 2.0 to 4.0 mm, respectively, are reduced from 274 to 239 and from 343 to 263 N/mm². Also reduced and the average values of yield strength for hot-rolled strip these thicknesses from 309 to 251 N/mm², or by 18.8%.
4. The findings suggest that there is a rigid interrelations between the thickness, the temperature of the hot rolling end and the yield strength of hot-rolled strip from steel 08кп, as well as the strong influence of the thickness of rolled on its yield strength.

ПРО ПИТАННЯ РОЗПОДІЛУ МОМЕНТА МІЖ ВАЛКАМИ ПРИ ПРОКАТЦІ ФЛАНЦЕВИХ ПРОФІЛІВ У ДВОВАЛКОВИХ КАЛІБРАХ

Питання про розподіл моменту прокатки між валками при прокатці в калібрах складної форми, до яких належать балочні та швелерні калібри, попри значний практичний і теоретичний інтерес, вивчено недостатньо.

Існуючі формули для визначення моменту прокатки дозволяють знаходити сумарний момент прокатки двотаврових балок та швелерів у двовалкових калібрах та не дозволяють визначити момент на кожному валку.

Запропоновано метод визначення моментів прокатки на валках у закритому балочному калібрі з урахуванням дотичних контактних напружень у зонах відставання та випередження на контактній поверхні металу з валками. Границі та площі зон відставання і випередження визначали за величиною випередження по стінці двотаврової балки.

На підставі рівності лінійних швидкостей валків і металу в осередку деформації одержані вирази для визначення границь зон відставання та випередження по внутрішній та зовнішній поверхні відкритого і закритого фланців, які дозволяють визначати площі контакту зон відставання та випередження металу з валками.

На підставі дотримання секундних об'ємів та гіпотези плоских перерізів одержано вираз для визначення величини випередження по стінці при прокатці двотаврової балки в закритому калібрі. Виходячи з умови рівноваги сил, що діють в осередку деформації на штабу, яка прокатується, одержано вираз для визначення нейтрального кута по стінці при прокатці двотаврової балки в закритому балочному калібрі. З урахуванням моментів, створюваних рівнодіючими дотичними контактними напруженнями в зонах відставання та випередження по стінці та фланцях на контактній поверхні металу з валками, одержано вирази для визначення моменту прокатки на валках з відкритими та закритими фланцями при прокатці двотаврової балки в закритому калібрі.

Проведено порівняльний аналіз теоретичних розрахунків моменту прокатки двотаврової балки в закритому калібрі та його розподілу між валками з відкритими і закритими фланцями з експериментальними даними, що показав досить добру їх схожимість.

При прокатці швелерів важливим питанням при розробці калібрів є правильне розташування калібру у валках, що визначається нейтральною лінією калібру (НЛК). Відомі методи визначення НЛК базуються на урахуванні геометричних параметрів калібру або враховують дотичні контактні напруження на елементах профілю на виході металу з осередку деформації (метод М. С. Мутьєва).

Запропоновано метод визначення НЛК двотаврового швелерного калібру, оснований на рівності моментів прокатки на валках з урахуванням дотичних контактних напружень у зонах відставання та випередження.

Момент прокатки швелера на кожному валку може бути визначений за величиною дотичних контактних напружень у зонах відставання та випередження на контактній поверхні металу з валками.

TO THE QUESTION OF THE TORQUE DISTRIBUTION BETWEEN THE ROLLS WHILE ROLLING THE FLANGE SHAPES (SECTIONS) IN TWO-ROLL PASSES

Tuboltsev A. G.

The question of distribution of the rolling torque between rolls at the rolling in passes of intricate shape (beam and channel passes), in spite of the great practical and theoretical interest, is not studied to sufficient measure.

Existing formulae for determination of the rolling torque allow finding the summary torque for rolling the H-beams and channels in two-roll passes and do not allow determining the torque on each roll.

A method is proposed to determine the rolling torques on the rolls in closed beam passes taking into account tangential contact stresses in zones of backward and forward slip on the surface of metal contact with rolls. The limits and areas of zones of backward and forward slip were determined by the value of forward slip along the web of H-beam.

On the base of equality of rolls and metal linear speeds in zone of deformation expressions have been got to determine limits of zones of backward and forward slip on the internal and external surfaces of the open and closed flanges, which allow determining contact areas of metal and rolls in zones of backward and forward slip.

On the base of observance of second volumes and hypothesis of flat sections the expression had been deduced for determining the value of forward slip along the web while rolling H-beam in the closed pass. Issuing from balance condition of forces acting on the strip to be rolled in zone of deformation the expression had been got for determination of neutral angle along the web while rolling the H-beam in closed beam pass. Taking into account the moments being created with resultant tangential contact stresses in zones of backward and forward slip along the web and flanges on the surfaces of metal contact with rolls expressions have been got for determination of rolling torque on the rolls with open and closed flanges while rolling H-beam in closed pass.

The important question (problem) at development of the roll pass design for rolling channels is the right (proper) location of the pass in rolls, which is subject to the neutral line of the pass (NPL). The known methods for determination of the NPL are based on taking into account the geometric parameters of the pass or taking into account tangential contact stresses by elements of the section at the exit of metal from deformation zone (M. S. Mutiev method).

The method is proposed for NPL determination in two-roll channel pass, which is based on equality of the rolling torque on rolls, taking into account the tangential contact stresses in zones of the backward and forward slip.

The rolling torque of channel on each roll can be determined from the value of tangential contact stresses in zones of the backward and forward slip on the contact surface of metal with rolls.

СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА АРМАТУРНОГО ПРОКАТУ КАТЕГОРІЇ "С" ПО EUROCODE 2 ДЛЯ АРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Головним завданням даної роботи є підвищення якості гарячекатаної арматурної сталі для армування залізобетонних конструкцій. З підвищенням якості арматури, зростає конкурентоспроможність товару, а відповідно і конкурентоспроможність підприємства, а також і всієї країни в цілому.

Одним з напрямків технічного прогресу у виробництві готового прокату є обробка гарячекатаної арматурної сталі за схемою "Розтягування – знакозмінний вигин".

При обробці металу за цією схемою характеристики міцності зростають з істотно меншими втратами пластичності і витратами енергії, ніж при звичайному розтягуванні, або при термомеханічному зміцненні, за рахунок немонотонності деформації, зменшення середньої щільності дислокацій і неоднорідності їх розподілу за обсягом при знакозмінній деформації.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАКРИТТЯ ОСЬОВИХ ДЕФЕКТІВ БЕЗПЕРЕРВНОЛИТИХ ЗАГОТОВОК ПРИ ПРОКАТЦІ НА ГЛАДКІЙ БОЧЦІ І В ПРЯМОКУТНИХ КАЛІБРУ

Наведені результати моделювання процесу прокатки безперервнолітої заготовки з дефектом макроструктури "осьова пористість". Для проведення досліджень розроблена тривимірна комп'ютерна модель прокатки безперервнолітої заготовки в гладких і каліброваних валках. Розроблена модель враховує всі основні технологічні параметри процесу, наявність дефектів у металі заготовки і може бути використана для моделювання поведінки дефектів макроструктури під час послідовної прокатки у всіх клітках обтискної групи безперервного сортового прокатного стану. На прикладі прокатки в першому проході обтискної групи безперервного сортового стану проведений порівняльний аналіз безкалібрової прокатки і прокатки в прямокутних калібрах. В ході обчислювального експерименту вивчено вплив на процес "закриття" осьової пористості таких параметрів процесу прокатки як відносне обтиснення та температура прокатки. В результаті аналізу розрахункових даних отримані функціональні залежності, що дозволяють оцінити вплив керуючих факторів на величину проникнення деформації (ступеня "закриття" осьової пористості). Процедура оптимізації даних функціональних залежностей по максимальному значенню проникнення деформації дозволила визначити поєднання рекомендованих технологічних параметрів для випадку прокатки як на гладкій бочці так і в прямокутних калібрах.

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF CLOSING THE AXIAL DEFECTS WITH CONTINUOUS BREAKDOWN UNDER ROLLING ON A SMOOTH BOX AND IN RECTANGULAR CALIBERS

Sklyar V. A., Smirnov Ye. M.

The results of modeling process rolling billets with a defect of macrostructure "axial porosity" are presented. For research developed three-dimensional computer model of the rolling billets in smooth and calibrated rolls. The developed model takes into account all main process parameters, the presence of defects in the metal of the billet and can be used to model the behavior of defects of a macrostructure during of rolling in all stands of crimp group of continuous long products rolling mill. For example rolling in the first pass, the crimp group of continuous mill made a comparative analysis rolling on smooth barrel and rolling in rectangular calibers. In the computational experiment the influence on the process of closure of the axial porosity of such parameters of the rolling process as the relative deformation and the temperature of rolling. In the analysis of numerical data functional relationships are obtained, allowing to estimate influence of control factors on the degree of penetration of deformation (the degree of closure of the axial porosity). Optimization procedure of the functional dependency for the maximum value of penetration of deformation allowed us to determine the recommended combination of process parameters for the case of rolling as on a smooth barrel and rectangular calibres.

ВПЛИВ НЕСТАБІЛЬНОСТІ МЕЖІ ПЛИННОСТІ ГАРЯЧЕКАТАНОГО ПІДКАТУ ІЗ СТАЛІ 08КП НА ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ ХОЛОДНОЇ ПРОКАТКИ

З теорії і практики листопрокатного виробництва відомо, що нестабільність параметрів структури і межі текучості гарячекатаного підкату зі сталі 08кп дуже впливає на рівень і стабільність властивостей готового холоднокатаного прокату. Відомо також, що найбільшою нестабільністю структури і властивостей відрізняється гарячекатаний підкат товщиною менше 2,0...2,5 мм. Разом з тим дані про кількісний вплив нестабільності межі текучості підкату на параметри процесу холодної прокатки практично відсутні. Тому отримання таких даних актуально.

Дана робота присвячена дослідженню нестабільності підкату зі сталі 08кп, виробленого на БШШС 1680 ВАТ "Запоріжсталь" на параметри процесу холодної прокатки. Для вирішення цього завдання були використані статистичні дані про взаємозв'язок між товщиною h і межею текучості σ_T підкату, отримані на даному підприємстві. Згідно з цими даними межа текучості підкату завтовшки 2,0 змінюється в межах від 274 до 343 Н/мм² при середньому значенні цього параметра на рівні 309 Н/мм². Зі збільшенням товщини підкату нестабільність межі текучості зменшується і при $h = 4,0$ мм значення σ_T знаходяться в діапазоні 239...263 Н/мм².

В ході виконання роботи з використанням моделі, створеної на кафедрі ОМТ НМетАУ, досліджено вплив нестабільності σ_T підкату на параметри холодної смуговий прокатки при реалізації процесу на безперервному чотирьохкільцевому стані 1680 і на двохкільцевому реверсивному стані 1700, встановлення якого намічається на ВАТ "Запоріжсталь".

Результати виконаного дослідження показали, що зі збільшенням вихідної межі текучості гарячекатаного підкату енергосилові параметри процесу холодної прокатки збільшуються. При цьому встановлено, що збільшення сили прокатки практично рівне збільшенню межі текучості підкату, в той час як збільшення потужності прокатки складає приблизно 80...85% від збільшення σ_T підкату.

Таким чином, нестабільність межі текучості тонкого (2,0...2,5 мм) підкату, виробленого на ВАТ "Запоріжсталь" призводить до додаткового збільшення питомої витрати енергії при холодній прокатці на 5...15%.

EFFECT OF INSTABILITY YIELD STRENGTH OF HOT ROLLED STEEL 08KP ON THE PARAMETERS OF COLD ROLLING

Zamogil'niy R. O., Vasilev YA. D.

From the theory and practice of rolling production it is well known that the instability of the parameters of the structure and the yield strength of hot-rolled steel 08kp has a great influence on the level and stability properties of the finished cold-rolled steel. It is also known that the most unstable structure and properties is different for hot-rolled strip from thickness of less than 2.0-2.5 mm. However, quantitative data on the effect of instability yield strength for hot-rolled strip on the parameters of the cold rolling process are virtually absent. In this connection, receiving data such topically.

The present work is devoted to the study of instability rolled steel 08kp produced at CHRM 1680 JSC "Zaporizhstal" to the process parameters of cold rolling. To solve this problem have been used statistical data on the interrelation between the thickness h and yield strength σ_T hot rolled strip received in the enterprise. According to these data the yield strength of hot rolled strip thickness of 2.0 varies from 274 to 343 N/mm² with an average value of this parameter equal to 309 N/mm². With increasing thickness of the hot rolled strip, instability of yield strength is decreases and from $h = 4.0$ mm values of yield strength σ_T are in the range of 239-263 N/mm².

In the course of the work using the model established at the department of metal forming NMetAU, studied the effect of instability σ_T for hot rolled strip on the parameters of the cold stripe rolling in the implementation of the process on a continuous for-stand mill 1680 and two-stand reversing mill 1700, the installation of which is planned at the JSC "Zaporizhstal".

The results of the study showed that increases in the initial yield strength of hot-rolled, energy-power parameters of the cold rolling process are increased. It was found that an increase in rolling force substantially equal to the increase of yield strength rolled, while an increase in the rolling capacity of about 80-85% of the increase for σ_T hot rolled strip.

Thus, the instability of the yield stress of a thin (2.0-2.5 mm) hot rolled strip manufactured by JSC "Zaporizhstal" leads to an additional increase of specific energy consumption in the cold rolling by 5-15%.

<p>Тези доповідей напрямку</p> <p>Одинадцятій міжнародній науково-технічній конференції</p> <p>" ", Национальна металургійна академія України, 24 травня 2017 р.</p> <p>Засідання проходить в . Час початку кожної доповіді можна узяти перед засіданням у модератора</p>	<p>Abstracts of reports on the Topic Tubes and pipes manufacturing of the 11-th International Scientific and Technical Conference "Plastic Deformation of Metals" National Metallurgical Academy of Ukraine 24 May, 2017</p> <p>Session is at the Lecture Hall D. Time of presentation you will know before the session from moderator</p>
---	---

СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ РІЗНОСТІННОСТІ ТРУБ, ПРОКАТАНИХ НА БЕЗПЕРЕРВНОМУ СТАНІ

Точність товщини стінки – одна з найважливіших характеристик труб, величина розкиду якої регламентується стандартами. Забезпечити даний параметр точності труб найбільш складно. Точність готових труб є результатом формозміни металу на всіх етапах її деформації, при цьому особливу увагу слід приділяти агрегату, на якому остаточно формується товщина стінки. Ступінь впливу більшості факторів, які визначають різностінність готових труб, прокатаних на ТПА з безперервним станом, до кінця не уточнена. Одне з недостатньо висвітлених питань – вплив товщини стінки на величину поперечної різностінності труб.

Для дослідження впливу товщини стінки на величину поперечної різностінності відібрано два пакети труб розміром: 60x5 та 60x3 мм. Після прокатки всі труби піддалися ультразвуковій діагностиці, в ході якої, серед інших параметрів, була заміряна товщина стінки і визначена поперечна різностінність труб вздовж кожної труби. Результати замірів показані на полігонах частот відносної і абсолютної поперечної різностінності.

Як видно з полігонів, середнє значення різностінності для труб розміром 60x3 мм, склало 15,95 % (0,487 мм), при середньоквадратичному відхиленні 3,61 % (0,116 мм); середнє значення різностінності для труб розміром 60x5 мм – 10,83 % (0,558 мм), при середньоквадратичному відхиленні 3,00 % (0,159 мм).

В результаті досліджень підтверджено той факт, що зі зменшенням товщини стінки труби абсолютна величина різностінності зменшується, а величина відносної різностінності збільшується. Установлено, що при зменшенні товщини стінки розкид значень відносної різностінності в пакеті труб збільшується.

STATISTICAL STUDY OF THE VARIATED WALL THICKNESS VALUE OF PIPES ROLLED ON A CONTINUOUS MILL

Drozhzha P. V., Pylypenko S. V.

The accuracy of the wall thickness is one of the most important characteristics of tubes, the magnitude of the dispersion which is governed by standards. To ensure the precision parameter of the pipe is the most difficult. The accuracy of the finished tubes is the result of the deformation of a metal at all deformation stages, special attention should be given to the aggregate, which finally forming the thickness of the wall.

The impact of most factors that determine wall thickness value of finished pipes, rolled on TPA with continuous mill, is not fully clarified. One of the questions is poorly lit – the effect of wall thickness on the magnitude of the transverse wall thickness value of pipes.

To study the effect of wall thickness on the magnitude of the transverse wall thickness value selected two sets of pipes with size: 60x5 and 60x3 mm. After rolling all the pipes were subjected to ultrasound, which, among other parameters, was measured wall thickness and a defined cross wall thickness value of pipes along each pipe. The results of the measurements shown in the frequencies ranges of relative and absolute cross wall thickness.

As can be seen from polygons, mean value of wall thickness for pipe size 60x3 mm, made up by 15.95 % (0,487 mm), with a standard deviation of 3.61 % (0,116 mm); mean value RESNET for pipe size mm 60x5 – of 10.83 % (0,558 mm), with a standard deviation 3.00 % (0.159 mm).

The studies confirmed the fact that with decreasing of pipe wall thickness the absolute value of variated wall thickness value reduced, and the relative variated wall thickness value increases. It is established that with decreasing wall thickness the variation in relative variated wall thickness value in the package of the pipes is increased.

ДО ПИТАННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРУБ НА СТАНАХ ХПТ

Підвищення техніко-економічних показників холодної пілігрімової прокатки труб є сьогодні актуальним завданням. Вона обумовлена циклічністю виробництва, обов'язковим застосуванням термічної обробки і т. п. У даній роботі розглянуті технологічні прийоми які сприяють підвищенню пластичності металу труб при холодній деформації. Перспективним є спосіб пілігрімової прокатки з цикліруванням.

TO THE PROBLEM RESOURCE TECHNOLOGICAL PROCESSES OF TUBE MANUFACTURING AT ROLLING MILL CRT

Harmashev D. Yu., Rakhmanov S. R., Sokurenko V. P.

Increased technical and economic indicators of cold Pilger rolling tube an urgent task is today. It is due to cyclical production, the mandatory application of heat treatment, etc. In this paper processing methods that improve the plasticity of the rolled metal pipes for cold deformation. A promising method is Pilger rolling cycling.

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТРУБОЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ СУМІЩЕНОГО ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ, ПРОФІЛЮВАННЯ І ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Для підвищення продуктивності трубоелектрозварювальних агрегатів раціональним є проведення термічної обробки безпосередньо в технологічній лінії.

Виходячи з високих швидкостей сучасних зварювальних вузлів нагрів можливо проводити за допомогою встановленого в лінії індуктора, за яким доцільна установка обладнання для спреєрного водоповітряного охолодження. Таким способом можливо отримувати довгомірні порожнисті тонкостінні вироби з відмінним по довжині рівнем механічних властивостей для подальшого отримання порожнистих готових виробів різними видами обробки металів тиском. Для формування профілів складної форми з каліброваної звареної трубною заготовки запропонована концепція універсальної багатовалкової неприводної кліті. Розроблено конструкцію такої кліті для установки в умовах трубоелектрозварювального агрегату Інституту матеріалознавства Ганноверського університету ім. Лейбніца. Для виробництва квадратного профілю розмірами 16×16 мм з товщиною стінки 0,5 мм зі сталі 22MnB5 були розраховані периметр заготовки, визначені енергосилові параметри даного процесу, можливість

проштовхування круглої заготовки через неприводна кліть за рахунок зусилля формуючих клітей, розраховані параметри калібрування валків неприводний профільюючою кліттю. Сталь 22MnB5 часто застосовується при виробництві деталей машин і механізмів відповідального призначення в автомобільній промисловості завдяки високому рівню механічних властивостей. Також запропоновані технологічні параметри індукційного нагріву. Розроблено та встановлено систему водоповітряного охолодження труби з регульованим положенням форсунок, яка дозволяє здійснювати періодичне охолодження по довжині профілю.

MODERNIZATION OF AN ELECTRIC-WELD PLANT FOR PERFORMING COMBINED ROLL FORMING AND HEAT-TREATMENT PROCESSES

Boiarkin V. V., P Ā t p d g, Ashkadyanets HA. V., Golovko O. M., Hordych Y., Rodman D., Remez O. A.

For an increase in the productivity, the performing of a heat-treatment directly in the technology line is a promising approach.

Based on high welding rates of the modern roll forming mills, the inductor heating method can be efficiently implemented with a subsequent water-air spray cooling. With this method, it becomes possible to manufacture long thin-walled hollow profiles with tailored properties in the longitudinal direction for the post-machining.

A layout of a uniform multiple-roll nondriven stand is suggested to form complex profiles from a sized tube billet. The stand was developed for the incorporation in the electric-weld plant at the Institute of Materials Science in the Leibniz University Hanover. To produce a square profile with dimensions 16×16 mm and a wall-thickness of 0.5 mm made of the steel 22MnB5, the billet perimeter, the power-force parameters, the possibility of tube billet pushing through the nondriven stand with the pushing force of the sizing stands and the grooving of the rolls in the non-driven stand were calculated. The steel 22MnB5 is used often to manufacture the high-reliable machine components in the automotive industry due to the high level mechanical properties.

The technology parameters of the induction heating were suggested as well. A spray cooling system was designed and constructed with an adjustable position of nozzles that allows for a periodical cooling in the longitudinal direction.

ВПЛИВ ШВИДКІСНИХ РЕЖИМІВ ОПРАВКИ НА ЯКІСТЬ ЧОРНОВОЇ ТРУБИ І СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ ПРИ РОЗКОЧУВАННІ НА ТРЬОХВАЛКОВОМУ БЕЗПЕРЕРВНОМУ СТАНІ

Процес розкочування гільз на разкатному стані характеризується складним деформаційно-кінематичним та напружено-деформованим станом. Визначення чисельних значень напруг, деформацій і температур в осередку деформації забезпечує можливість оптимізації процесу розкочування з метою зменшення зносу валків і оправок, підвищення якості одержуваних чорнових труб за рахунок оптимізації настроювальних параметрів інструменту. Існуючі аналітичні методи рішення цієї задачі не завжди ефективні.

Мета роботи: Визначити оптимальні настроювальні параметри інструменту безперервного трьохвалкового разкатного стану для отримання профілю труби 168,3x4,5 мм із сталі 20, дозволяють знизити знос прокатного інструменту і підвищити якість чорнової труби.

Створена адекватна чисельна модель процесу розкочування гільз на трьохвалковому безперервному стані та проведено ряд чисельних експериментів процесу розкочування труб. На підставі аналізу напружено-деформованого стану в осередку деформації чорнової труби були визначені оптимальні швидкісні режими оправки, які забезпечують зниження зносу прокатних валків і оправок, який безпосередньо впливає на якість чорнових труб.

INFLUENCE OF SPEED RATES OF THE MANDREL ON THE QUALITY OF ROUGH TUBES AND TOOL DURABILITY DURING THE ROLLING-OFF ON A THREE ROLL CONTINUOUS MILL

Rad'kin [. I., Bobarkyn Yu. L.

The shell elongating process on a reeling mill is characterized by difficult mode of deformation and strain distribution. The determination of numerical values of stresses, deformations and temperatures in the deformation zone provides the possibility of optimization of the elongation process for the purpose of diminution of rolls and mandrels deterioration and increasing the quality of the received rough tubes by optimizing adjusting parameters of the tool. Existing analytical methods of solving this problem are not always effective.

Work purpose: To determine optimal adjusting parameters of the tool of a three roll reeling mill for receiving the tube profile of 168,3x4,5 mm made from steel 20 that give the opportunity to reduce rolling tool deterioration and to increase the quality of rough tubes.

A numerical model of elongating process on a three roll continuous mill was invented and number of numerical experiments of the process of tubes rolling was performed. Based on the analysis of the stress-strain state of a rough tubes deformation zone, optimal speed rates of the mandrel providing the decrease in mill rolls and mandrels deterioration which influences directly the quality of rough tubes were determined.

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ БЕЗШОВНИХ ГАРЯЧЕДЕФОРМОВАНИХ ТРУБ З ВИКОРИСТАННЯМ ГАРМОНІЙНОГО АНАЛІЗУ

Аналіз точності гарячедеформованих труб по відібраним пробам не завжди дозволяє виявити всі причини підвищеної поперечної різностінності труб і оперативно вжити заходи щодо їх усунення. Наявні методи аналізу поперечної різностінності не дають можливість виділити складові різностінності, що не дозволяє активно впливати на процес прокатки, змінюючи відповідним чином налаштування клітей.

При оцінці сумарної поперечної різностінності труб важливо виділити і кількісно оцінити наведену симетричну різностінність при поздовжньої прокатці труб в круглих калібрах і ексцентричну різностінність, внесену трубою-заготівлею (гільзою) при прошивці в косовалкових станах або на пресах.

У роботі представлений метод аналізу поперечної різностінності гарячедеформованих труб на ТПА з пілігримовим і безперервним оправочним станом з використанням гармонійного аналізу, показана можливість виділення складових поперечної різностінності. Товщина стінки в заданому перерізі готової труби розглядається як функція кутової координати у вигляді суми середньої товщини стінки і складових періодичних компонент, що визначають поперечну різностінність. Поставлена задача вирішується методом апроксимації періодичної функції зміни товщини стінки труби за допомогою полінома Фур'є. В кінцевому підсумку за допомогою спеціально розробленої комп'ютерної програми для заданих вихідних даних визначаємо величини ексцентричної і симетричною складових різностінності.

ANALYSIS OF ACCURACY (PRECISION) OF HOT DEFORMED SEAMLESS PIPES USING THE METHOD OF HARMONIC ANALYSIS

Drozhzha P. V., Mishchenko Y. H., Skoromnyy S. A.

Analysis of accuracy of hot deformed pipes in taken samples allows not always revealing all the reasons of increased cross wall thickness deviation and take timely measures for their correction. Existing methods for analyzing the cross wall thickness deviation give no possibility to highlight the

components of wall thickness deviation what does not allow actively influencing the process of rolling changing the stands adjustment in a properly way.

While estimating the summary cross wall thickness deviation of pipes it is important separating and assessing the induced symmetric thickness deviation at the lengthwise rolling the tubes in round grooves and the eccentric thickness deviation induced by the tube stock (hollow billet) at the piercing in the skew rolling mills or presses.

This paper presents a method for analyzing the cross wall thickness deviation of the hot deformed pipes in tube rolling mills with pilger and continuous mandrel mill using the harmonic analysis and the possibility of highlighting the components of the cross thickness deviation is shown. The wall thickness deviation in the given cross section of a finished tube is considered as function of the angle coordinate in the form of sum of the average wall determines the wall thickness deviation. The set problem is solved by the method of approximating the periodic function of changing the tube wall thickness by means of Fourier polynom. Finally one determines the value of eccentric and symmetric components of wall thickness deviation by means of the specially developed computer program for given initial data.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ РІЗНОВИДНОСТЕЙ ПОПЕРЕЧНОЇ РІЗНОСТІННОСТІ БЕЗШОВНИХ ГАРЯЧЕДЕФОРМОВАНИХ ТРУБ

Звичайно прийнято розрізняти два види поперечної різностінності: ексцентричну і симетричну. При цьому вказується, що ексцентрична різностінність утворюється при прошивці на станах поперечно-гвинтової прокатки або на пресах, а симетрична – при прокатці труб у круглих калібрах з випусками.

Величина і характер різностінності, що наводиться в безперевному оправочному стані залежить від цілого ряду факторів, серед яких можна виділити основні:

- неправильна установка клітей у стані і валків у кліті по осі прокатки;
- неточна установка зазорів між валками в порівнянні з табличними значеннями;
- невідповідність технологічного інструмента розміру труб, що прокатуються, (наприклад, у зв'язку з уніфікацією оправок);
- перекис валків;
- осьовий зсув калібрів валків відносно один одного;
- пружна деформація елементів кліті;
- знос калібрів чистових клітей;
- "неперекриття" калібруючих ділянок суміжних калібрів.

Складова поперечної різностінності, яка зв'язана з неспіввісністю установки окремих клітей стану (в основному чистової групи), має ексцентричний характер. Відхилення товщини стінки труби від середньої величини при неправильно обраному зазорі між валками носить симетричний характер і пов'язане насамперед з точністю настроювання валків у чистовій групі клітей. Уніфікація оправок спричиняє зниження точності чорнових труб, тому що для одержання на одній оправці товщини стінки, відмінної від номінальної, необхідно відповідно розводити чи зводити калібри чистових клітей, що веде до нерівномірного обтиснення стінки в круглій частині калібру і наведенню симетричної різностінності. Перекис калібрів і зсув калібрів відносно один одного приводить до збільшення зони обтиснення по вершині калібру з боку зсуву і зменшення з протилежної сторони.

Деякі види поперечної різностінності, їхня графічна інтерпретація та функції, що описують окремі види різностінності наведено нижче.

MATHEMATICAL MODELS OF KINDS OF THE CROSS WALL THICKNESS DEVIATION IN SEAMLESS HOT DEFORMED PIPES

Drozhzha P. V., Mishchenko Y. H., Skoromnyy S. A.

It is customary to distinguish between two kinds of lateral variation in wall thickness: eccentric and symmetrical. This indicates that the eccentric variation in wall thickness formed by firmware on mills helical rolling, or presses and symmetrical – when rolling tubes in round caliber releases.

The size and nature of the variation in wall thickness that is induced in a continuous mandrel mill depends on a number of factors, among which are the main ones:

- Incorrect installation of stands in the mill and the rolls in the cage for the rolling axis;
- Correct setting of the roll gap when compared with tabulated values;
- Mismatch of technological tools size rolled tubes (for example, in connection with the unification of the mandrels);
- Distortion of the rolls;
- Axial displacement caliber rolls relative to each other;
- Elastic deformation elements stand;
- Wear caliber finishing stands;
- "Not overlap" calibrating portions adjacent calibres.

Component transverse variation in wall thickness, which is related to installation misalignment of individual mill stands (mainly finishing group) has an eccentric character. Wall thickness deviation from the average value properly chosen in nip is symmetrical and is primarily associated with setting up the rolls in the finishing train. Unification mandrels reduces the accuracy of the rough pipe, as for one mandrel wall thickness that is different from the nominal, it is necessary to reduce, respectively raise or gauges finishing stands, which leads to uneven compression in the wall of the round caliber and restore a symmetrical variation in wall thickness. Misalignment gauges and displacement gauges relative to each other increases the compression zone at the top by the displacement gauge and decrease on the opposite side.

Some lateral variation in wall thickness, and their graphic interpretation of functions describing the individual types of variation in wall thickness are shown below.

РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ, КОНСТРУКЦІЇ І МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ СТВОЛІВ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ

. . "

У даній роботі запропонований та реалізований спосіб виготовлення довгомірної трубчастої заготовки (ствольної заготовки) з короткої заготовки методом гідроекструзії на рухомій гладкій оправці в середовищі високого гідростатичного тиску.

Запропоновані нові технології виготовлення прецизійної товстостінної трубчастої заготовки з внутрішніми гвинтовими канавками на прикладі виготовлення ствола з полігональним профілем:

- процес, заснований на обтисненні ствольної заготовки по профільній оправці неприводними роликами;
- пресування-волочіння ствольної заготовки з профільною оправкою через гладку конічну матрицю з фіксацією (центруванням) заготовки по калібрувальному паску.

Вперше розроблена заснована на використанні методу скінчених елементів (МСЕ) методика визначення НДС стволів стрілецької зброї з внутрішньою поверхнею каналу різної форми, що знаходяться під впливом внутрішнього статичного і динамічного навантаження.

THE DEVELOPMENT OF MANUFACTURING TECHNOLOGY, DESIGN AND METHODS OF CALCULATION OF ARMS BARREL

Rozov Y. G.

In this work, the method of production long-measuring tubular blank (barrel blank) from a short blank by hydrostatic extrusion on the smooth moving mandrel in the high-pressure medium is proposed.

We propose the new technologies for receive precision thick-walled tubular blank with inside screw groove by manufacturing rifled barrel with polygonal section:

- double-line process, based on crimping barrel blank on the profile mandrel by rolling (wire drawing) idle rollers;
- pressing-wire drawing of barrel blank with the profile mandrel through the smooth conic mould with the fixation (centering) of blank on parallel land without limitation and with limitation of flow of metal on length.

For the first time the method of detection VAT for barrels of small-arms with the inside rifled surface of various shape, situated under the influence of internal static and dynamic loading based on the use of FEM.

У зв'язку із тим, що обрані алюмінієві сплави відносяться до групи термічно не зміцнюємих сплавів – обробка тиском є єдиним способом його зміцнення. Однак попередньо визначені граничні умови деформування вказують на неможливість проведення процесу пресування з високими коефіцієнтами деформації. Одним із напрямків вирішення цієї задачі є використання попередньої обробки тиском вихідної заготовки (операції вільного кування та протягування), що дозволить зменшити поперечну неоднорідність вихідної заготовки та підвищити її механічні властивості. Однак досі не було розроблено рекомендацій щодо застосування вказаних способів деформування для отримання необхідних параметрів.

Проведений в роботі порівняльний аналіз умов деформації в процесі прямого гарячого пресування, а саме максимальної сили та температури, показує, що як і передбачалося, попередня деформаційна обробка, котра виступає у вигляді гомогенізаційної, призводить до поліпшення умов деформування. При цьому встановлено, що:

- максимальна сила пресування знижується на 50-70%, у порівнянні із традиційною схемою пресування із литої заготовки;
 - максимальна температура розігріву металу, в процесі порівняльного аналізу, значно не змінюється, що говорить о незначимості впливу попередньої обробки на вказаний параметр.
- При цьому, на всіх етапах досліджень максимальна температура металу не досягає критичних величин і знаходиться в діапазоні $T_{\max}=380-430$ °C, що повинно призводити до максимального ефекту зміцнення металу після деформації.

INVESTIGATION REGIMES EXTRUSION OF AL-MG-SC ALLOYS INTO ACCOUNT THE CONDITIONS PREVIOUS DEFORMATIONS OF THE ORIGINAL PIECE

Andreiev V. V., Ashkelyanets' A. V., Konovodov D. V.

Reducing the mass of vehicles in the engineering industry is an actual direction of increasing the mass of payload and reducing fuel consumption. The achievement of high strength properties of aluminum alloys is often at the expense of their manufacturability. Now, new alloys are being developed that have significantly higher characteristics, manufacturability and reliability. The introduction of such alloys will not only increase the reliability and life of the structure, but also reduce their weight and metal consumption.

The aim of the work is to improve the modes of the process of direct hot pressing of long products from aluminum-based alloys that are additionally doped with scandium, taking into account the previous homogenization deformation processing (free sediment + broaching).

Because the selected aluminum alloys belong to the group of thermally unstrained alloys, pressure treatment is the only way to harden them. However, the predetermined boundary conditions of deformation indicate the impossibility of carrying out the pressing process with high draw ratios. One of the directions of solving this problem is the use of pre-treatment of the initial workpiece (free forging and broaching operation), which will reduce the transverse heterogeneity of the initial billet and increase its mechanical properties. However, until now no recommendations have been developed on the use of these deformation methods to obtain the necessary parameters.

The comparative analysis of deformation conditions in the process of direct hot pressing, namely the maximum force and temperature, shows that, as expected, preliminary deformation processing, which acts as a homogenization, leads to improved deformation conditions. It was found that:

- the maximum pressing force is reduced by 50-70%, in comparison with the traditional molding scheme from the cast billet;
- the maximum temperature of metal heating does not change significantly, which indicates the insignificance of the influence of preliminary processing on the specified parameter. At all stages of research, the maximum metal temperature does not reach critical values and is in the range $T_{\max} = 380-430$ °C, which should lead to the maximum effect of hardening of the metal after deformation.

РОЗВИТОК КОМБІНОВАНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕНСИВНОГО ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ

Розглянута комбінована обробка заготовок із застосуванням процесів інтенсивного пластичного деформування (ІПД) спільно зі звичайними методами обробки тиском, що дозволяє розширити номенклатуру отримуваних виробів з субмікроструктурною структурою. Розроблено новий процес ІПД заготовок за схемою реверсивного зсуву (РЗ), який може ефективно застосовуватися для комбінованої обробки. Наведено результати моделювання процесу деформування заготовок з міді М1 за схемою РЗ із застосуванням методу скінченних елементів. Визначено залежності зміни інтенсивності деформацій для кожної операції деформування і раціональні параметри інструменту і заготовки. Експеримент підтвердив адекватність моделі багатоетапного процесу деформування заготовок в процесі отримання СМК структури і результати теоретичних досліджень деформованого стану заготовки в процесі обробки із застосуванням РЗ. Вивчено вплив параметрів комбінованого деформування заготовок із застосуванням ІПД і видавлювання на зміну механічних властивостей матеріалу. Міцність матеріалу після застосування ІПД збільшилася в 1.8 рази при зниженні пластичності до 8-14%.

DEVELOPMENT OF COMBINED METHODS OF PROCESSING WITH THE USE OF INTENSIVE PLASTIC DEFORMATION

Tarasov O. F., Altuhov O. V.

We consider the combined treatment of workpieces with severe plastic deformation processes (SPD) in conjunction with conventional methods of forming that allows you to expand the range of products produced ultrafine-grained structure. A new SPD process workpieces reversible shift (RS) scheme, which can be effectively used for the combined treatment. The results of the simulation of the deformation process workpieces of copper M1 scheme RS using the finite element method. The dependence of the intensity changes in the deformation for each operation deformation and rational parameters of the tool and the workpiece. Experiment confirmed the adequacy of the multistage process model deformation blanks during the production of UFG structure and theoretical studies in the deformed state of the workpiece during processing using the RS. The influence of parameters of combined deformation of blanks using SPD and squeezing on the mechanical properties of the material. The strength of the material after the application of SPD increased 1.8 times while reducing ductility to 8-14%.

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЖИМІВ ВОЛОЧІННЯ ДРОТУ, ПРИЗНАЧЕНОЇ ДЛЯ НАСТУПНОЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Пружинний дріт, зміцнений загартуванням з наступним відпуском, повинен мати високу циклічну і релаксаційну стійкість, мати високу межу пружності, структурну однорідність і ізотропність властивостей. Досягнення необхідного комплексу фізико-механічних параметрів пружинного дроту залежить не тільки від якості проведення остаточної термообробки. Велике значення має режим попередньої холодної пластичної деформації – волочіння.

На практиці складання маршрутів волочіння виробляється, виходячи з пластичності металу, технічних характеристик волочильних машин, геометрії волок, а також з економічних міркувань. Однак при цьому не проводиться оцінка глибини проникнення деформації в метали під час волочіння.

У даній роботі запропонована методика вибору оптимального маршруту волочіння дроту з використанням коефіцієнта жорсткості і визначення глибини проникнення деформації в процесі волочіння. На основі запропонованого способу обраний маршрут волочіння дроту і геометрія каналу волочильного інструменту, що забезпечують створення рівномірного напруженого стану в осередку деформації і отримання якісної дроту, призначеної для подальшого гарту і відпуску.

IMPROVEMENT MODES OF WIRE DRAWING FOR THE FOLLOWING THERMAL PROCESSING

Haritonov V. A., Smetneva N. Yu., Usanov M. Yu.

Spring wire, hardened by quenching with following tempering, must have a high cyclic resistance and relaxation resistance, a high elastic limit, structural homogeneity and isotropic properties. Achieving of required complex physico-mechanical properties of spring wire doesn't depend only on the quality of the final heat treatment. Great importance has a mode of preliminary cold plastic deformation by drawing.

In practice, the preparation of wire drawing is performed based on the ductility of the metal, the technical characteristics of wire drawing machines, geometry of the drawing die and also for economic reasons. However, estimation the depth of deformation in the metal at drawing doesn't make.

This work proposes the method of a choice the rational wire drawing route using the stiffness ratio and determination the depth of deformation in the drawing process. There was chosen the wire drawing route and the geometry of drawing die used for the creation of homogenous stress conditions in the deformation zone and receiving high-quality wire for subsequent quenching and tempering.

РОЗРАХУНОК НАПРУГ В СТАНИНАХ КРИВОШИПНИХ ПРЕСІВ ВІДКРИТОГО ТИПУ В УМОВАХ ПОЗАЦЕНТРОВОГО ПРИКЛАДЕННЯ СИЛИ ШТАМПУВАННЯ ВІДНОСНО ВІСІ ПОВЗУНА

Робота присвячена застосуванню методу циліндричних перерізів для аналізу напружено-деформованого стану в стійках відкритих станин кривошипних пресів. Особлива увага в роботі приділяється особливостям вибору і побудови розрахункових схем при ексцентричних навантаженнях. Були виведені залежності для розрахунку напружень при відцентровому навантаженні у крайніх точках слабкого перетину С-образної станини на прикладі кривошипного преса КД 2322Е. За підсумком досліджень зроблені висновки щодо застосовності методів плоских і циліндричних перерізів для прикладних розрахунків.

CALCULATION OF STRESSES IN THE STANDS OF CRANK PRESSES OF THE OPEN TYPE IN THE CONDITIONS OF THE VNC-CENTER APPLICATION OF THE FORCING POWER REGARDING THE AXIS OF THE SLEEP

Kukhar` V. V., Anishchenko O. S., Hlazko V. V.

The chapter is devoted to application of the cylindrical cross-section methods for analysis of the stress-strain state in the uprights of open frames of crank-presses. Special attention is paid to the peculiarities of the selection and construction of numerical schemes with eccentric loads. Dependencies have been derived for the calculation of stresses with eccentric loading at the extreme points of the weak section of the C-shaped frame using the example of the crank-press KD 2322E. The conclusions, based on the results of the research, were drawn about regarding applicability of the methods of planar and cylindrical sections for applied calculations.

КУВАННЯ ВЕЛИКИХ ЗЛИТКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПЕРАЦІЇ ОСАДКИ ПРОФІЛЬОВАНОЇ ЗАГОТОВКИ

Осадка є однією з найбільш поширених операцій кування злитків. Застосовують осадку як операцію формозмінення, і як операцію для підвищення якості злитка. Підвищити якість поковки можливо за рахунок профілювання заготовки перед осадкою. Профілювання призводить до накладання на заготовку деформаційного поля, яке в сукупності з деформаційним полем при осадці дозволяє підвищити якість кінцевого виробу. Існує безліч способів профілювання заготовки, як і форм перетинів. Основна маса досліджених способів

профілювання перед осадкою вимагає застосування спеціального інструменту. Інформація по профілізації і осадці традиційним ковальським інструментом практично відсутня. В роботі проведено дослідження профілювання злитка на прямокутний, ромбічний і квадратний перетин і наступна осадка плоскими плитами. Встановлено, що попереднє профілювання заготовки перед осадкою, дозволяє підвищити рівень деформаційного пропрацювання злитка. Встановлено, що найбільш раціональною схемою профілювання заготовки перед осадкою можна вважати схеми профілювання на квадратний і ромбовидний поперечний переріз плоскими і вирізними бойками відповідно.

FORGING OF HEAVY INGOTS BASED ON USAGE OF PRE-SHAPED WORKPIECES

Zhbankov Ya. G., Samohlyadov A. D.

Upsetting is a most widely used forging scheme. The main reasons of upsetting usage are the increasing of metal treatment (increasing forging quality) and for shape forming. It is allow increasing quality of billet due to pre-shaping of billet before the upsetting. Profiling leads to imposition of the workpiece deformation field, which in conjunction with the deformation field of upsetting process can improve the quality of the final product. There are many ways of pre-shaping the billets, as well as cross-sectional shapes. Most of the pre-shaping methods are requires the usage of special tools.

Information of pre-shaping by traditional dies, virtually none.

In this paper was conducted a study of pre-shaping of the ingot into a rectangular, rhombus and square section and subsequent upsetting by flat plates. Determined that pre-shaping of ingot before the upsetting allows increase level of deformational treatment of forgings. Determined that more rational schemes of forging ingots with the usage of pre-shaped billet is the schemes that based on formation the billet with square and rhombic cross sections by the flat and V-shaped dies.

ПРАКТИКО-ОРІЄНТОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ПРОЕКТАХ

Приблизно з 70-х років минулого століття у всьому світі розбіжність між знаннями й уміннями випускників ВНЗ і вимогами умов роботи у промисловості, що швидко змінюються, стало не просто помітним, а перетворилося на глобальну проблему. Для вирішення цієї проблеми західними ВНЗ стали пропонуватись нові шляхи навчання студентів, у тому числі і технічних спеціальностей, за допомогою так званих практико-орієнтованих технологій. Сучасні умови роботи в Україні наполегливо вимагають додаткових зусиль для підготовки майбутніх випускників з урахуванням переважно командної роботи, а також їх орієнтації на досягнення комплексу освітніх, практичних, суспільних та психологічних вмінь та навичок.

Майбутні фахівці повинні чітко розуміти кінцеву ціль та її практичну спрямованість, вміти побудувати алгоритм досягнення результату виходячи з очікувань реального або потенціального клієнта. Особливої уваги потребують питання розвитку навичок спілкування та дискусування, обґрунтування вибору щодо технічних рішень, створення презентацій різного рівня та доповідей за професійною тематикою, які необхідні при майбутній роботі та у цілому знаходяться на досить низькому рівні. Комплексна розробка означених питань може проводитись у формі міждисциплінарних проектів, у яких беруть участь студенти різних спеціальностей, що створюють одну команду.

На кафедрі ОМТ НМетАУ започатковано проект "Студентська вітальня", ідея якого полягає у створенні у одній з аудиторій своєрідного студентського коворкінгу, де студенти можуть спільно працювати, перепочивати, очікувати консультації. Реалізація проекту виконуються шляхом розробки дизайну та технології наповнення "вітальні" у вигляді моделі (спочатку) з можливістю подальшого впровадження результатів (віддалена ціль). Партнером проекту стала кафедра промислової теплоенергетики НМетАУ, студенти якої взяли на себе розробку питань енергозабезпечення об'єкту.

THE PRACTICE-ORIENTED LEARNING TECHNOLOGIES AND POSSIBILITY OF THEIR USING AT INTERDISCIPLINARY PROJECTS

Fedorov S. S., Kuzmina O. M.

Around the 70-ies the difference between knowledge and skills of graduates and requirements of working conditions in the industry is rapidly changing in the whole world, it was not just noticeable, but has become a global problem. To address this problem western universities offered new ways of teaching students, including technical specialities, the so-called practice-oriented technologies. Modern working conditions in Ukraine strongly require extra effort to prepare future graduates based mainly on teamwork and their focus on achieving complex educational, practical, social and psychological skills and abilities.

Future professionals should clearly understand the ultimate objective and its practical significance, and should be able to build an algorithm of the achieving results based on expectations of real or potential client. Particular attention should be paid to the development of communication and discussion skills, justifying the choice of the technical solutions, creating presentations and reports of various professional topics that are necessary for future work and in general are at a low level. Integrated development of the mentioned issues can be done in the form of interdisciplinary projects, with involving students of different specialities to one team.

The Metal Forming Department (NMetAU) launched the project "Students living room", the idea of which is to build kind of student co-working where students can work, have a rest, await the consultation and so on. The project realization means the engineering of design and technology of production of the "living room" content as a model (initially) with the possibility of implementing the results (remote target). Partner of the project was the Department of Industrial Power (NMetAU), its students took over the development of energy facility.

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕТАЛ-ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ШЛЯХОМ З'ЄДНАННЯ ПРОКАТКОЮ

Дана робота присвячена процесу прямого з'єднання прокаткою метал-полімерних композитів типу сендвіч.

На сьогоднішній день тришарові метал-полімерні композитні матеріали можуть скласти суттєву конкуренцію монометалічним матеріалам в побутовій, автомобільній, авіаційній та космічній галузях промисловості. Це пов'язано зі зниженою питомою вагою матеріалу за умови збереження відповідних необхідних механічних властивостей, зокрема: ударної в'язкості, втомної міцності. Такі композити до того ж мають властивість до доброго поглинання вібраційних та звукових хвиль.

Також відомі й інші способи виготовлення таких композитних матеріалів як: екструзія, багатошарове лиття або лиття під тиском. Проте серед усіх способів виготовлення тришарових метал-полімерних композитних матеріалів типу сендвіч з'єднання прокаткою є найбільш оптимальним, з точки зору технологічного забезпечення та є більш дешевим. Композитні матеріали подібного типу є перспективними для застосування у відповідних галузях промисловості України, тому важливим є поглиблене вивчення факторів, що впливають на формування полоси, та силу адгезії між шарами композиту.

В будь якому випадку процес з'єднання прокаткою є доволі складним в результаті різності механічних і адгезійних властивостей складових частин композитного матеріалу.

ANALYSIS OF TECHNOLOGY PECULIARITIES OF METAL-POLYMER COMPOSITE MATERIALS MANUFACTURING VIA ROLL BONDING

Garanich Yu. Yu.

This work is dedicated to the process of direct roll bonding of metal-polymer sandwich composites. Today the three-layer metal-polymer composite materials can make a significant competition to monometallic materials in household, automotive, aviation and aerospace industries. This is due to reduced specific weight while saving the appropriate and necessary mechanical properties, including: toughness, fatigue strength. Such composites also have the property of good vibration and sound waves absorption.

There are other ways of making that composite materials, including such methods as heat extrusion, injection molding or injection overmolding, but among all methods of three-layer metal-polymer composite materials manufacturing roll bonding is the best from point of view of technological maintenance and it is cheaper than considered above techniques. Composite materials of this type are promising for use in their respective industries Ukraine, thus it is important study deeply of the factors that have an impact on the strips formation of stripes, and adhesion strength between the layers of composite.

In any case, the roll bonding process is quite challenging due to the difference of mechanical and adhesive properties of the components that the sandwich composite is consisted of.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ОЦІНКИ ПОЗДОВЖНЬОЇ КРИВИЗНИ ПОКОВКИ ДЛЯ УМОВ ТОВ "ДНІПРОПРЕС СТАЛЬ"

Викривлення поковки під час кування призводить до зниження точності геометричних розмірів та якості металу, що зумовлюється необхідністю подальшого правлення на спеціальному обладнанні або пресі, яке призводить до наведення додаткової нерівномірності деформації в об'ємі поковки, а також створює додаткові згинальні напруги, небажані для готового виробу. Також, подальше правлення непрямої поковки призводить до збільшення енергетичних витрат, а також витрат металу при фінальній механічній обробці. Тому для дослідження впливу параметрів операцій кування при ковальській витяжці на ступінь викривлення поковки був розроблений метод оцінки кривизни поковки в процесі обробки тиском. Даний метод дозволяє оцінити ступінь викривлення поковки від застосованої схеми кантувань, яка може змінюватись в залежності від типорозміру поковки.

Аналіз і оцінка кривизни поковки для умов кування титанових поковок в кувально-термічному цеху ТОВ "Дніпропрес Сталь" показали, що розроблена методика надає високу точність результатів і придатна для оптимізації процесу кування. Визначення оптимальних параметрів схем кантувань забезпечує виключення необхідності застосування правлення поковки, яке створює небажані залишкові згинальні напруги, а також наводить додаткову нерівномірність деформації металу.

USING THE EVALUATION METHOD OF LONGITUDINAL CURVATURE OF FORGINGS FOR CONDITIONS OF JSC "DNEPROPRESS STEEL"

Klimeshov Ye. S., Dyja H., Hrynkovich V. O., Chukhleb V. L.

The curvature of forging leads to a reduction of the geometrical dimension and the quality of the metal in connection with subsequent editing by special equipment or press, which leads to the additional guidance of the uneven deformation in the volume of forged metal, and creates additional bending stresses, which are undesirable for finished products. Also, the subsequent edit of non-linear forgings leads to an increase in energy costs and loses of the metal at the final machining. Therefore, study of the influence of forging operations parameters at the forging drawing process on the degree of

curvature of the forgings is important, and, in accordance with the foregoing, a method has been developed for the estimation of curvature of the forgings in the process of forming. This method allows us to estimate the degree of curvature of the forging of applied scheme of cantings without resorting to absolute values, which can vary depending on the size of the forging.

Analysis and evaluation of forgings curvature for forging conditions of titanium forgings in the forging-thermal shop at JSC "Dnepropress Steel" showed that the developed method provides high accuracy results and it is suitable for optimization of forgings production. The determination of optimal parameters of schemes of cantings provides an exception to the need of usage of forgings straightening operation, which creates unwanted residual bending stresses but also induces further unevenness of deformation at the metal.

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ КОВАЛЬСЬКОЇ ВИТЯЖКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРЯМОЛІНІЙНОСТІ ПОКОВОК ВАЛІВ З ТИТАНОВОГО СПЛАВУ VT-6

. . . " 0 . " . . , " . . .

У роботі виконано дослідження формозміни поковки з титанового сплаву VT-6 при ковальській витяжці за різними схемами кування в комбінованих бойках шляхом комп'ютерного моделювання процесу. Основною метою роботи була оптимізація технологічного процесу кування поковок з титанових сплавів в умовах ковальсько-термічного цеху ТОВ "Дніпропрес Сталь" при використанні різних режимів деформації для підвищення прямолінійності поковок і подальшої можливості автоматизації режимів деформування і зниження необхідності подальшого правлення. Для розробки рекомендацій щодо оптимізації технології кування поковок з титанових сплавів виконано аналіз одержаних даних за допомогою розробленого авторами методу визначення викривлення поковки, який дозволяє визначити оптимальну схему кантовок і оцінити їх вплив на викривлення поковки. Результатом дослідження є отримання залежності коефіцієнта викривлення від використаної схеми кування шляхом аналізу причин зміщення центральної осі поковки щодо центру зони деформації в міжбійковому просторі, а також розробка рекомендацій щодо оптимізації технологічного процесу кування поковок з титанових сплавів на ТОВ "Дніпропрес Сталь".

OPTIMIZATION OF MODES OF FORGING DRAWING PROCESS FOR IMPROVING THE STRAIGHTNESS OF SHAFT FORGINGS FROM TITANIUM ALLOY VT-6

Chukhleb V. L., Dyja H., Hrynevych V. O., Klemeshov Ye. S.

In the article performed the study of forming process of the forgings from titanium alloy VT-6 during the forging drawing process by various schemes of forging in combined dies by computer simulation of the process. The main aim of this work was the optimization of technological process of forging of forgings from titanium alloys in conditions of forging-thermal shop of open joint-stock company "Dnepropress Steel", when using different modes of deformation to improve the straightness of forgings and the possibility of automatization of modes of deformation and reduce the need for subsequent edit operations. To develop recommendations for optimization of forging technology of forgings from titanium alloys was made the analysis of the obtained data using the developed by authors method of determining the curvature of forging, which allows to determine the optimal scheme of cantings and assess their impact on the curvature of forgings. The result of this research are obtained dependencies of the curvature coefficient of the used schemes of cantings by analyzing the causes of displacement of the central axis of forging relative to the center of deformation zone between deforming dies, as well as development of recommendations on optimization of technological process of forging of forgings from titanium alloys at the open joint-stock company "Dnepropress Steel".

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЛИВАРНО-ПРОКАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ВАЛКОВОЇ РОЗЛИВКИ-ПРОКАТКИ ПАДЕРБОРНЬСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

. . . , O k t m q " U e j c r g . t . . " "

Розроблено та введено в експлуатацію лабораторний технологічний комплекс валкової розливки-прокатки тонких штаб. Комплекс складається з машини безперервної валкової розливки-прокатки та одноклітьового прокатного стану дуо. Конструкція та інструмент кліті валкової розливки-прокатки дозволяє варіювати кут нахилу кліті та відповідну орієнтацію операційної площини у діапазоні $0^{\circ} \dots 90^{\circ}$. Конструкція робочих валків, що охолоджуються водою, дозволяє підвищити ефективність відбору тепла, що забезпечує високу швидкість кристалізації металу. Робоча кліть прокатного стану дуо має безстанинну конструкцію з комбінованим гідромеханічним попереднім навантаженням. До складу комплексу входить також допоміжне устаткування: моталка, розмотувач, механізми транспортування та утримання штаби, засоби для обробки поверхні та інші. Комплекс обладнаний засобами контролю та реєстрації технологічних параметрів процесу.

TECHNOLOGICAL CASTING-ROLLING LINE FOR EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE TWIN-ROLL CASTING PROCESS AT THE PADERBORN UNIVERSITY

Grydin O. Yu., Mirko Schaper, Ohynskyy Y. K.

A laboratory technological line for the twin-roll casting of thin strips was developed and commissioned. The line consists of a twin-roll caster and a sole two-high rolling stand. The construction and tools of the twin-roll caster allows to change the stand's tilt angle and the corresponding operation plane orientation in a range from 0° to 90° . The assembled rolls construction, which are water-cooled on the inside, provides an effective heat extraction, which allows a high-speed metal solidification. The two-high rolling stand has a frameless construction with a combined hydro-mechanical pre-stressing mechanism. The line includes also some auxiliary equipment such as a coiler, a decoiler, tools for the strip transportation and guiding, equipment for surface treatments etc. The machines are equipped with sensor systems for the controlling and the registering of the technological process parameters.

РОЗВИТОК ПРОЦЕСІВ ОБ'ЄМНОГО ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ СХЕМ КОМБІНОВАНОЇ ТЕЧІЇ

. . . "

У металообробці широке поширення набувають комбіновані і гібридні методи обробки, засновані на поєднанні традиційних методів механічного впливу на оброблювану заготовку з методами фізико-хімічного впливу. Комбіновані процеси знаходять все більш широке поширення і в обробці тиском. Управління властивостями, перш за все пластичної течією, технологічними факторами, вимагає більш складного силового і кінематичного впливу на заготовку. Комбінування такими впливами, течіями, способами деформування з активним регулюванням течії металу за шляхом і за часом відкриває широкі можливості в напрямку підвищення якості продукції та забезпечує отримання деталей раніше недоступних складних форм в оптимальному силовому режимі.

Створення додаткових силових впливів шляхом натягу, протитиску, спрямованих сил тертя, підпору, закручування і т. д. вимагає, як правило, повідомлення додаткового руху частинам технологічного оснащення.

Кінематичний вплив може сприяти різкому поліпшенню опрацювання структури деформованого металу, вирівнюванню нерівномірності деформації, усуненню застійних зон. Для вихідних заготовок з литою структурою, що використовуються для отримання куванням

поковок відповідального призначення доцільно забезпечити переважання зсувної компоненти деформації. Для процесів холодного деформування з характерними високими повними і питомими навантаженнями однією з основних цілей кінематичного впливу є підвищення ступеня свободи течії деформованого металу. Така комбінована течія, протікає в оптимальному саморегульованому силовому режимі, сприяє підвищенню стійкості інструменту, розширенню можливостей за рахунок ускладнення форми і підвищення точності деталей, що штамуються в одній і тій же матриці.

В технології об'ємного штампування ефективно комбінування в одній операції простих способів видавлювання. Поширення в останні роки способів поперечного (радіального і бічного) видавлювання, в доповненні до традиційно використовуваних способах поздовжнього (прямого і зворотного) видавлювання призвело до створення способів деформування, заснованих на їх поєднанні.

Ці комбінації зажадали розробки спеціального оснащення, в якій недостатньо наявності одного активного деформуючого інструменту-пуансона. Крім нього рухливість повинна бути і у додаткових частин як деформуючого, так і формотворного інструменту. Ці штампи відрізняються складністю кінематики і вимагають активного управління і можуть бути прообразом спеціалізованого пресового устаткування, що забезпечує якісний стрибок у розвитку ковальсько-пресового виробництва.

DEVELOPMENT OF VOLUME PLASTIC DEFORMATION PROCESS ON THE BASIS OF COMBINED EXTRUSION SCHEME

Aliyeva L. I.

In the metal forming wide use of combined and hybrid methods based on a combination of traditional methods of mechanical action on the workpiece with the methods of physical and chemical influence. Combined processes are becoming more wide use in metal forming. Properties control, primarily plastic flow, technological factors, requires a more complex power and kinematic effects on the workpiece. The combination of these influences, trends, ways of deformation with the active metal flow control in the path and time discover opportunities in the direction of improving product quality and provides previously inaccessible parts of complex shapes in optimal force mode.

Making additional force effects by tension, counter-directed friction forces, buttress, twisting and etc. require, as a rule, reports an additional movement parts tooling.

Kinematic effects may contribute to a dramatic improvement in study of deformed metal structure align the uneven deformation, elimination of dead zones. For the original pieces with cast structure used for forgings critical applications it is advisable to ensure the dominance of the shear strain components. For the process of cold deformation with characteristic high specific loads and complete one of the main objectives are to increase the kinematic effects in increasing the freedom degree of expiration deformable metal. This combined current, flowing in the optimal mode self-adjusting force, enhanced tool life, empowerment by complicating the shape and the precision of die forging into the same matrix components.

The forging technology effectively combining in a single operation is simple ways to extrusion. The spread in recent years, cross-ways (radial and lateral) extrusion, in addition to the conventional method of the longitudinal (forward and reverse) extrusion led to the creation od, based on a combination thereof.

These combinations required the development of special equipment, which is not enough to have one of the active tool-deforming punches. In addition it should be mobility and additional parts such as deforming and forming tool. These die forgings are complex kinematics and require active management may be the prototype of specialized pressure equipment, providing a qualitative leap in the development of forging and die production.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРЯМОГО ГАРЯЧОГО ПРЕСУВАННЯ БІМЕТАЛЕВОЇ АЛЮМІНІЄВО-МАГНІЄВОЇ ТРУБИ

Багатошарові металеві композити, що складаються з двох або декількох шарів різних металів або сплавів, становлять особливий клас функціональних матеріалів з широким комплексом експлуатаційних і технологічних характеристик. В основі їх практичного застосування лежить можливість створення металевих композитів з наперед заданими, часом унікальними властивостями, а також економне використання гостродефіцитних і дорогих матеріалів. В сучасному машинобудуванні все більш значну частку займають біметалеві металовироби на основі сплавів алюмінію та інших кольорових металів та сплавів. При розробці технологічних процесів виробництва біметалів методами пластичної деформації залишаються недостатньо вивченими наступні питання, що ускладнюють (а іноді, роблять неможливим) отримання багатошарових біметалевих виробів для потреб машинобудування: якість з'єднання шарів, обмеження в товщині шарів, значення максимальної деформації за одну операцію, складність використання матеріалів з великою різницею в температурах пластичної деформації, можливість контрольованої деформації кожного шару і т. д. У доповіді представлені результати дослідження впливу параметрів процесів прямого гарячого пресування біметалевої алюмінієво-магнієвої труби на якість виробу. Було виконано моделювання процесу пресування за допомогою програми QFORM та проаналізовано отримані температурні, деформаційні, швидкісні та енергосилові параметри процесу.

INVESTIGATION OF THE DIRECT HOT EXTRUSION OF THE BIMETALLIC ALUMINUM-MAGNESIUM TUBES

Pryaditskiy . . ., Kuzmina O. M., Samsonenko A. A.

Multilayer metallic composites, consisting of two or more layers of different metals or alloys are a special class of functional materials with a wide range of service and technological characteristics. The basis of their practical application is the ability to create metallic composites with predetermined (sometimes, unique) features and economical use of critically short and expensive materials. In modern engineering bimetal metal alloys based on aluminum and other nonferrous metals and alloys occupy a increasingly significant share. Many questions make difficult (and sometimes impossible to do) to obtain multilayer bimetallic products of high quality at the development of bimetal manufacturing by plastic deformation; for example, quality of connection between layers, limitation in the thickness of layers, the maximum strain in one operation, the complexity of using materials with a large difference in temperature of the plastic deformation, opportunity for controlled deformation of each layer and so on. The report presents the results of investigation of the influence of direct hot extrusion parameters at the bimetallic aluminum-magnesium tubes production to the quality of products. It was done the simulation of the extrusion at the QFORM program and analyzed the temperature, deformation, speed and energy-power parameters of process.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ПРОЦЕСІВ ШТАМПОВКИ У РОЗ'ЄМНИХ ТА РУХЛИВИХ МАТРИЦЯХ

Для забезпечення конкурентоспроможності продукції українського машинобудування потрібне вдосконалення заготівельного виробництва, що нерозривно пов'язано з розробкою і використанням нових наукоємних технологічних процесів, основна перевага яких – отримання високоякісних складнопрофільованих деталей при мінімумі витрат енергії, трудових і матеріальних ресурсів.

Номенклатура сучасного машинобудування включає складнопрофільовані деталі з буртами, фланцями, відростками, розташованими під різними кутами до осі виробів. Для виготовлення таких деталей в даний час застосовуються багатоперехідних технологічні процеси, що включають, як правило, прості процеси видавлювання такі як: пряме і зворотне витискування, висадка і т. д. Штампування складних елементів при цьому виконується послідовно, часто на різному устаткуванні із застосуванням проміжних операцій, а складність форми одержуваних виробів обмежена можливостями вилучення поковки з порожнини цільної матриці.

Підвищення ефективності виробництва складнопрофільованих деталей досягається застосуванням процесів точного об'ємного штампування в роз'ємних та рухливих матрицях, які забезпечують отримання штампуванням деталей складної просторової форми за рахунок використання матриць рознімною конструкції.

Забезпечення точності поковок при штампуванні в роз'ємних матрицях можливо при надійному замиканні напівматриці, оскільки при штампуванні виникають зусилля розкриття значних величин, які прагнуть "розсунути" напівматриці і привести до неконтрольованої зміни розмірів. Для надійного замикання напівматриці розроблені затискні пристрої (вузли) пружинного, клинового, пневмо-гідравлічного, байонетного виконання, від складності наладки яких стабільність протікання технологічного процесу.

Рекомендації та методики розрахунку і проектування штампів з роз'ємними матрицями (і затискних вузлів до них) прискорить використання високого потенціалу ресурсозберігаючих технологічних процесів точного об'ємного штампування.

IMPROVEMENT OF DIE TECHNOLOGY IN FORGING PROCESS WITH MULTIPLE RAM AND MOVEMENT MATRIX

Aliiev I. S., Abkhari P. B.

To ensure the competitiveness of Ukrainian products are necessary to improve engineering procuring production, which is inextricably linked to the development and use of new high-end production processes, the main advantage of them – obtain high-complex parts with a minimum expenditure of energy, labor and material resources.

The range includes modern engineering complex details with bead, flanges, and branches, arranged at different angles to the axis of the product. For the manufacture of such parts in the currently used processes multi junction comprising usually simple extrusion processes such as forward and backward extrusion, landing and etc. Forging complex elements at the same time carried out consistently, often on different hardware using the intermediate operations, and the complexity of the form, the resulting articles is limited to the ability to extract the forging of the oral solid matrix.

Improving the efficiency of the preforms production for complex profile parts are achieved by using precision die forging extrusion processes with multiple ram and movement matrix, providing obtainment of forging parts with complex spatial shapes by using multiple ram structure.

Ensuring the accuracy of precision forgings in extrusion with multiple ram possible with a reliable locking half-matrix, because there are efforts in extrusion force of disclosure with significant quantities, seeking to "push" half-matrix and lead to uncontrolled changes in dimensions. For reliable locking half-matrix developed clamping devices (nodes) of the spring, pneumatic, hydraulic, bayonet performance, the complexity of the set-up of which the stability of the flow process.

Recommendations and methods of calculation and design of dies with multiple ram Recommendations and methods of calculation and design of dies with multiple ram (and clamping units to them) will accelerate the use of the high potential of resource-saving production processes precision forging.

КЕРУВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИМ СТАНОМ ЗАГОТОВКИ НА ОСНОВІ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В ПРОЦЕСАХ КОВКИ ВАЛІВ

При виготовленні великих деталей типу валів, в якості заготовки застосовуються ковальські злитки. Основною ковальською операцією для отримання таких деталей та усунення дефектів литої структури злитку є протягування. Перед куванням зливки нагрівають для підвищення пластичності і зниження опору деформуванню. У результаті охолодження в процесі кування відбувається охолодження заготовки від периферії до центру, що тягне за собою утворення неоднорідного температурного поля за її перетином. У даній роботі проаналізовано розподіл деформацій за об'ємом поковки під час її протягування з однорідним і неоднорідним температурними полями, а також дана оцінка напруженому стану її осьової зони. Наведено рекомендації, що дозволяють отримати мінімальну нерівномірність розподілу деформацій за об'ємом поковки, а також максимально опрацьовану осьову зону заготовки.

CONTROL OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE BILLET ON THE BASIC OF THE TEMPERATURE FIELD CONTROL IN THE FORGING PROCESSES OF THE SHAFTS

Zhbankov Ya. G.

In the manufacture of large parts such as shafts, forging ingots are used as a workpieces. The main forging operation to produce such parts and eliminate the defects of the cast structure of the workpiece is a broaching. Workpiece is heated to improve the ductility and reduced resistance to deformation. As a result of cooling during forging preform is cooled from the periphery to the center, which entails the formation of a time-varying non-uniform temperature distribution over its cross section. In this work the analyze the distribution of deformation in terms of forging during her broach with a uniform and non-uniform temperature fields, as well as an assessment of its axial stress state area were done. The recommendations that allows minimal uneven distribution of deformation in terms of forgings, as well as the most-developed axial zone of the workpiece also were given.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМАТОРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ МЕТАЛЛОКОРДА

Для зниження відхилень від прямолінійності металокорду в процесі його витримки на приймальних котушках використовуються додаткові деформуючі пристрої (деформатори), які встановлюються в канатних машинах перед намотом металокорда на приймальну котушку. Найпростіший деформатор складається з одного направляючого ролика і деформуючого ролика, котрий називають роликом зворотньої деформації. Для ефективної роботи деформатора необхідно визначити оптимальний діаметр деформуючого ролика, забезпечуючий мінімальне відхилення від прямолінійності металокорда після змотки. Мета: визначити оптимальний діаметр ролика зворотньої деформації і схему його заправки для канатних машин.

В результаті дослідження розроблена методика визначення оптимального діаметра деформуючого ролика. Визначено, що використання деформуючого ролика рекомендуємого діаметра знижує відхилення від прямолінійності металокорда $2 \times 0,3 \text{ НТ}$ в середньому на 30,6%.

DETERMINATION DEFORMER SETTINGS TO IMPROVE THE STRAIGHTNESS OF STEEL CORD

D q d c t kIm Мартынов Yu. V.

Additional deforming device (deformers) are used to reduce deviations from the straightness of steel cord during its exposure to the receiver coils are installed in the cable cars to the lapping of steel cord

on the spool. The simplest warp consists of one guide roller and the deforming roller, which is called reverse deformation roller. To be effective, the deformer is necessary to determine the optimum diameter of the deforming rollers ensure minimal deviation from straightness of steel cord after the stranding.

Objective: To determine the optimal diameter of the roller deformation and reverse threading scheme for cable cars.

As a result of research developed a method of determining the optimal diameter of the deforming roller. It has been determined that the use of the recommended diameter of the deforming rollers reduces the deviation from straightness of steel cord 2x0,30НТ an average of 30. 6%.

РОЗВИТОК МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ РАЦІОНАЛЬНОГО РЕЖИМУ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ ХОЛОДНІЙ ПІЛЬГЕРНІЙ ПРОКАТЦІ КОТЕЛЬНИХ ТРУБ З УРАХУВАННЯМ НЕСИМЕТРИЧНОСТІ ФОРМОЗМІНИ МЕТАЛУ

Робота присвячена дослідженню холодної пільгерної прокатки котельних труб зі стабілізованих сталей аустенітного класу, а також розвитку методу розрахунку режиму деформації з урахуванням поперечної несиметричності формозміни металу.

У роботі теоретично визначено характеристики напружено-деформованого стану металу з урахуванням несиметричності у поперечному перерізі осередку деформації при холодній пільгерній прокатці котельних труб з аустенітних марок сталей. В результаті експериментальних та теоретичних досліджень отримано зв'язки режиму деформації напруженого стану в осередку деформації з кінцевими властивостями труб в кінці технологічного циклу виробництва. Отримано нові дані про вплив співвідношення деформацій по діаметру і товщині стінки на напружений стан і властивості готової продукції. Для розрахунку режиму деформації запропоновано використовувати новий показник, який встановлює зв'язок напруженого стану в осередку деформації при холодній пільгерній прокатці з кінцевими властивостями труб.

Отримав розвиток метод розрахунку режиму деформації при виробництві котельних труб з аустенітних сталей.

DEVELOPMENT OF METHOD FOR CALCULATION OF DEFORMATION MODE AT COLD PILGER ROLLING OF BOILER TUBES ACCOUNTING ASYMMETRY OF DEFORMATION ZONE

Bobukh O. S., Frolov Ya. V.

The paper focuses on the research into cold pilger rolling of boiler tubes from stabilized austenitic stainless steels and development of the method for calculation of the deformation mode with allowance for metal deformation asymmetry.

The paper gives theoretical definition of characteristics of a stress-strain state of metal with allowance for asymmetry of the deformation zone in the cross section during cold pilger rolling of austenitic stainless steel boiler tubes. As a result of experimental and theoretical studies, connections between the mode of deformation of the stress state in the deformation zone and the end-use properties of tubes at the end of the manufacturing lead time were found. New data on the effect of the deformation to diameter and wall thickness relation on the stress state and properties of the finished product were obtained. To calculate the mode of deformation it was proposed to use a new factor that establishes connection between the stress state in the deformation zone during cold pilger rolling and the end-use properties of tubes.

The method for calculation of the deformation mode in the production of austenitic stainless steel boiler tubes was developed.

INVESTIGATION OF THE SIGN-VARIABLE LOW-CYCLIC BENDING DEFORMATION INFLUENCE ON SHEET PROPERTIES OF MATERIALS WITH A HEXAGONAL CRYSTAL LATTICE

Rodman D., Demler A., Gerstein G., Dalinger A., Epishin A., Maier H. J., Năstăsescu G. et al.

The process of cyclic bending deformation was investigated on thin sheets made from magnesium alloy AZ31 and α -titanium. These materials have a hexagonal crystal lattice with different c/a-axial ratios, which influences significantly the sheet properties. The biggest influence on the yield strength of both materials was already shown for small deformations. Additionally, the cyclic bending contributes to the activation of prismatic sliding, which is accompanied, inter alia, by twinning and twinning back-formation. The anisotropy change of sheets as a result of different bending cycles was demonstrated in texture measurements. First of all, sheets made from AZ31 show the biggest anisotropy change of mechanical properties with increasing bending cycle number. For sheets made from α -titanium the anisotropy change is clearly less pronounced. The biggest property changes in general take place after the first bending cycle. During the further procedure stabilization of the properties occurs.

MODERNIZATION OF AN ELECTRIC-WELD PLANT FOR PERFORMING COMBINED ROLL FORMING AND HEAT-TREATMENT PROCESSES

Remez O., Ashkelianets A., Hordych I., Boiarkin V., Golovko O., Rodman D., Năstăsescu G. et al.

To increase productivity, heat-treatments applied directly in the technology line can be used. Based on high possible welding rates of modern roll forming mills, an inductive heating can be efficiently implemented in combination with a subsequent water-air spray cooling. Thus it is possible to manufacture long thin-walled hollow profiles with tailored properties in the longitudinal direction for post-machining procedures. Here, the layout of a uniform multiple-roll nondriven stand is suggested to form complex profiles from a sized tube billet. To produce a square profile with dimensions 16×16 mm and a wall-thickness of 0.5 mm made of the steel 22MnB5, the billet perimeter, the power-force parameters, the possibility of tube billet pushing through the nondriven stand due to the arisen force of the sizing stands and the grooving of the rolls in the nondriven stand were calculated. The steel 22MnB5 is widely used to manufacture high-reliable components in the automotive industry due to the high-levelled mechanical properties. Technology parameters of the inductor heating are suggested. A spray cooling system was designed with an adjustable position of nozzles that allows for a periodical cooling in the longitudinal direction.

PROPERTIES OF CLINCHED STAINLESS STEEL SHEETS AS A RESULT OF THERMAL LOADING

Golovko A. N., JAlanesh M., Gerstein G., Hădăreană D., Yurcu S., Sezek O., Behrens B.-A., Rodman D., Maier H. J.

Clinching is a quite modern method of sheet joining which is more and more applied in the automotive industry. Owing to joining without rivet and through holes this process allows reducing joining time, weight and costs. In the present study two types of clinching were investigated: round and rectangular non cutting clinching systems. The influence of thermal loading on the mechanical properties and structure of clinch joining of 1 mm thick sheets of ferritic and austenitic steel (1.4509, 1.4512 and 1.4301) were investigated. Clinched samples and standard tensile test specimens were loaded 10 times to temperatures of 400 °C, 750 °C or 900 °C for 10 minutes with a subsequent cooling to 50 °C for approximately 3 minutes each time. The clinching joining was tested in shear and peeling tension tests. It was observed that clinched samples after loading at 400 °C feature about twofold strength values

compared to unloaded samples. It is remarkable that by the same thermal loading no significant changing of the properties in the sheet material was observed. Loading at 750 °C and 900 °C resulted in decreased strength values of the clinched samples compared to a thermal loading at 400 °C, though the values of these characteristics were significantly higher (after 750 °C) or close (after 900 °C) to that for unloaded samples. This effect was previously observed in some experimental investigations and can be explained by a combination of carbide coarsening and recrystallization at high temperatures. Thus, the behaviour of the considered clinching is suited for a usage at increased temperatures.

HEAT-TREATMENT OF COATED STEEL SHEETS BEFORE AND AFTER A COLD ROLL BONDING PROCESS

Hordych I., Hoppe C., NÄ t p d g.,tGrundmeier G., Schmidt H. C., Homberg W., Rodman D., Rodman M.

The properties of the bond strength of steel sheets coated with zinc and tin in a cold roll bonding process were investigated in the present study. The Zn- and Sn-coatings were considered as intermediate layers between steel substrates. The intermediate layers were classified as active or passive layers. Active intermediate layers directly take part in the joining process, while the main role of passive layers is to protect substrates from oxidation. The zinc coating was considered as a passive intermediate layer, while the tin coating was chosen as an active intermediate layer. The coated low-carbon steel was cold roll bonded. The influence of a heat-treatment before as well as after the roll bonding was studied. The Zn-coated steel was heat-treated at a temperature of 450 °C before the bonding in order to purposefully form brittle Zn-Fe intermetallic compounds. The Sn-coated steel bonds were heat treated in a temperature range from 150 °C to 300 °C after the roll bonding process with the objective of a diffusion induced increase of the bond strength. The bonds were analyzed by optical and scanning electron microscopy. The bond strength was determined by tensile shear tests. An increasing bond strength was achieved for the Zn- as well as Sn-coated steels by implementation of suited heat treatments.

HEAT TREATMENT OF STEEL-ALUMINIUM TAILORED FORMING-COMPONENTS

Herbst S., NÄ t p d g. t i g t " H

Tailored blanks with locally varying sheet thicknesses and steel grades are a well-established example of how to exceed certain barriers in light weight construction. The Collaborative Research Centre (CRC) 1153 "Tailored Forming", established at the Leibniz Universität Hannover, aims to research suitable process chains to transfer the general concept to massive steel-aluminium hybrid components. A specific feature of these process chains is that the dissimilar metals are joined before the forming process which is contrary to existing products that are joined at or near the end of the process chain. To adapt the mechanical properties of the joined and formed material compounds, heat treatment strategies are developed. However, heat treatment of steel-aluminium-compounds is challenging. Since the austenitization temperature of the steel is above the solidus temperature of the precipitation hardening aluminium alloy used, a local heat treatment of functional surfaces of the steel section with additional focus on protecting the aluminium section needs to be carried out. For achieving T6-state in the aluminium section, the heat treatment route (solution annealing + artificial aging) has to be carried out after joining and forming. This leads to several challenges since during solution annealing, the growth of brittle intermetallic phases in the joining zone is promoted. The presentation will address the approaches to deal with the aforementioned challenges and the resulting microstructural and mechanical properties of the heat treated Tailored Forming-components.

PROPERTIES OF AN INTELLIGENT HOT-WORKING TOOL STEEL WITH ALLOY ADAPTED NITRIDING LAYERS

Golovko A. N., Behrens B.-A., NÃ t p d g.,tPäsçkte H.HMaier H. J., Puppa J., Rodman D.

Tools used for hot forging are exposed to severe process-related loads. Increasing the hardness of the tool surface layer usually results in decreased wear. Due to cyclical contact with hot workpieces and subsequent liquid cooling the hot forging tool can be the subject of a process inherent surface rehardening. Preliminary studies revealed, that modifying the hot-working tool steel 1.2365 (DIN 32CrMoV12-28 / H10 ASTM) with manganese causes an increased surface rehardening due to the decrease of the austenite start temperature A_{c1b} . Tools made of this modified steel demonstrated higher wear resistance when additionally combined with a surface nitriding treatment. In order to evaluate the influence of nitriding type and parameters, samples for notch impact test were machined out of experimentally modified casted and the standard steel 1.2365. Both steels contained approximately 0.3 wt.-% C, 3 wt.-% Cr, 3 wt.-% Mo and 0.8 wt.-% V. Additionally, the modified steel contained 2 wt.-% Mn. The casted ingots were forged to rods with the ratio of 4. Experimental samples were hardened from a temperature of 1000 °C with a subsequent annealing at temperatures of 570 °C and 560 °C, each lasting 3 hours. Nitriding was carried out by a plasma nitriding treatment using different process parameters. Light microscopy revealed that the thickness of the nitride layer varied from 75 μm to 250 μm . The micro hardness depth in the surface layer was examined. Notch impact tests were carried out at temperatures of 300 °C, 500 °C and 700 °C. The influences of nitriding type and testing temperature were determined for both samples of the standard and the modified steel in longitudinal and cross direction to the billet axis. It was determined that at the temperatures of about 700 °C the impact energy is increased for the samples of the modified steel.