

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

“СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕХАНІЦІ”

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**19-21 КВІТНЯ 2018Р.
М. ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ**

Сучасні технології в механіці: Збірник наукових праць. / Укл.: Скиба М.Є., Олександренко В.П. Хмельницький: ФОП Мельник А.А., 2018. - 220 с.

Modern technologies in mechanical engineering: Collection of scientific works. / Com. Skyba M.E., Oleskandrenko V.P. Khmelnickiy: sp. z o. o. Melnyk A.A. , 2018. - 220 c.

Члени редакційної колегії: Скиба М.Є. (Україна), Олександренко В.П. (Україна), Шнядковський М. (Польща), Диха О.В. (Україна), Кухар В.В. (Україна), Ковтун В.В. (Україна), Моровець Я. (Словаччина), Осташивичюс В. (Литва), Поліщук О.С. (Україна), Сорокатий Р.В. (Україна), Чігарьов А.В. (Білорусія).

Editor board: Skyba M.E. (Ukraine), Oleskandrenko V.P. (Ukraine), Śniadkowski M. (Poland), Dykha A.V. (Ukraine), Kykhar V.V. (Ukraine), Kovtun V.V. (Ukraine), Morawec Ja. (Slovakia), Ostashyavychyus V. (Lithuania), Polishchuk O.S. (Ukraine), Sorokatyj R.S. (Ukraine), Chigarev A.V. (Belarus).

Редактор: Олександренко В.П. д.т.н., проф.

Відповідальні за випуск: Слащук В.О., Слащук О.О.

Editor: Oleksandrenko V.P. D.Sc., Prof.

Responsibility for the issue: Slashchuk V.O., Slashchuk O.O.

Відповідальність за коректність друкованих матеріалів
несуть автори

Responsibility for the correctness of printed materials is borne
by the authors

ISBN: 978-617-7600-17-5

Друк: "PolyLux" 29017, м. Хмельницький, вул. Зарічанська 22/3.
Тел.: 067 307-09-76. E-mail: polylux.ua@gmail.com

ШАНОВНІ УЧАСНИКИ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ “СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕХАНІЦІ”!



Я щиро вітаю Вас на мальовничих просторах Подільського краю! Конференція, у якій Ви берете участь, – це науковий форум, який сприятиме обміну ідеями, започаткує нові наукові контакти і розширить співпрацю між науковцями різних країн Європи.

Проводячи цей захід, наш університет виходить із того, що виховання у майбутніх фахівців самостійності, творчого мислення та відповідальності є основним завданням вищих навчальних закладів, а важливою передумовою вдосконалення цих якостей була, є і залишається наука. Зрозуміло, що розвиток науки і техніки не обходиться без обміну досвідом між різними науковими школами, пошуку можливостей для апробації та впровадження результатів досліджень, проведення спільних міжнародних наукових досліджень. Підтримка і розвиток дружніх, добросусідських стосунків між польськими, українськими, литовськими, словацькими, білоруськими та іншими народами Східної Європи, стали нашою природною потребою, що характеризується динамічним поступальним розвитком, зумовленим збігом національних інтересів у багатьох сферах, їх глибинними історичними та культурними зв'язками.

Безсумнівно, нинішнє зібрання є важливою подією 2018 р., яка надасть можливість студентам, аспірантам та молодим науковцям різних вузів України та Європи поспілкуватися на науковому рівні, обмінятися ідеями і обговорити наукові проблеми, оволодіти практичними

навичками у сфері наукової діяльності, зав'язати або зміцнити дружні стосунки з учасниками з інших навчальних закладів. Я впевнений, що високий фаховий і представницький рівень учасників зібрання дасть можливість виробити пропозиції та рекомендації, які сприятимуть виконанню одного з важливих завдань – інтеграції України у науковий та освітянський простір Європи.

Бажаю всім учасникам конференції міцного здоров'я, плідної та конструктивної роботи, успіхів у втіленні запланованого.

Ректор Хмельницького національного університету,
член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України,

д.т.н., професор



Микола Скиба

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1 • SECTION 1

КУРПЕ А.Г., КУХАРЬ В.В., БЕРЕЗКА В.В.

Уточненная методика расчета изменения температуры раската при прокатке на стане стекла 11

MORAVEC JÁN

Description motion and load of primary elements in the liquid lubricant layer 13

VILYK Y.M., MARTYNIUK A.V., SPIVACHUK I.A., RUSNAK N.M.

Influence of structure on the satisfactory of complex electrolytic coverings 17

ВИЧАВКА А.А., БАБАК О.П., ПОСОНСЬКИЙ С.Ф.

Дослідження процесу зношування струмопідвідних наконечників..... 20

ГІЛЬ О.О., МАШОВЕЦЬ Н.С.

Методика досліджень структури титанового сплаву азотованого в пліночому розряді 23

ДУКНА О.В., ДУТІНУК В.О., ДУКНА К.О.

Modeling wear of contact interaction of discretely strengthened cylindrical friction surfaces 25

ДМИТЕРКО П.Р., НОВИЦЬКИЙ Ю.Я., КОРЕНДІЙ В.М.

Дослідження стійкості системи вхід під час високошвидкісного фрикційного зміцнення плоских деталей машин..... 29

ДРОБОТ О.С., БАБАК О.П., ВЕЛЬБОЙ В.В., КОЗІЮК Ю.М.

Дослідження причин виходу з ладу підшипників кочення вантажних автомобілів 33

КАДЫШИНА А.В., ЧИГАРЕВ А.В.

Моделирование автоматизации процесса нанесения покрытий на пластины с заданной топографией электродов 36

ЛАВРИСЬ С.М.

Вплив хіміко-термічної обробки на трибологічні властивості титану GRADE 2 37

Прогресивні методи та засоби обробки матеріалів. Сучасні технологічні процеси. Моделювання та експериментальні дослідження в трибології. Застосування комп'ютерних технологій в матеріалознавстві • Progressive methods and tools for material processing. Modern technological processes. Modeling and experimental research in tribology. The use of computer technology in materials

УДК 621.73

**УТОЧНЕННАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ИЗМЕНЕНИЯ
ТЕМПЕРАТУРЫ РАСКАТА ПРИ ПРОКАТКЕ НА СТАНЕ
СТЕККЕЛЯ**

Курпе А.Г.¹, Кухарь В.В.², Березка В.В.²

¹ЧАО «ММК «ИМЕНИ ИЛЬИЧА», ООО «МЕТИНВЕСТ ХОЛДИНГ», Украина

²ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», Украина

E-mail: aleksandr.kurpe@metinvestholding.com,

kvv.mariupol@gmail.com

Целевым назначением станов Стеккеля, проектируемых до 60-го года прошлого века было производство рулонной трансформаторной стали, легированных сталей, производимых способом горячей прокатки в аустенитной области. С целью расширения производимого сортамента станы Стеккеля были модернизированы, в том числе оборудованы установками ускоренного охлаждения проката, что позволило существенно расширить производимый сортмент, в том числе за счет применения технологии термомеханического контролируемого процесса («thermo mechanical control process» – ТМСП). Станы Стеккеля последних поколений имеют весь необходимый комплекс оборудования для производства широкого сортамента углеродистых, микролегированных и специальных сталей, а также широко используются в комплексах литейно-прокатных модулей.

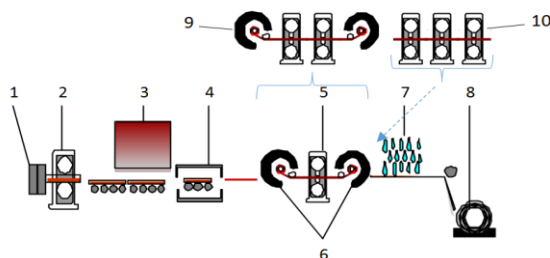
Следует отметить, что в имеющихся литературных источниках вопросы моделирования процессов прокатки и остывания металла на станах Стеккеля освещены недостаточно. Расчеты, выполняемые инжиниринговыми компаниями при проектировании подобных станов, имеют ограниченный доступ. Существующие ограничения обуславливают необходимость в разработке зависимостей для

широкого применения в инженерных расчетах температурных процессов прокатки на станах Стеккеля.

Актуальность расчетов температурных процессов прокатки на стане Стеккеля обусловлена потребностью в расширении сортамента и технических возможностей при производстве рулонного проката на заводе Ferriera Valsider SpA (Верона, Италия, входит в группу МЕТИНВЕСТ с 2001 г.).

Целью работы является совершенствование методики расчета изменения температуры металла при прокатке на станах Стеккеля, учитывающей факторы скорости движения полосы, длину рольганга и длину дуги контакта металла с валками, а также факторы, оказывающие влияние на температуру раската в печных моталках, применительно к условиям стана Стеккеля завода Ferriera Valsider SpA.

Схема расположения основного оборудования на примере стана Стеккеля завода Ferrier Valsider SpA приведена на рис. 1.



- 1 – эджер; 2 – черновая клеть 3170; 3 – методическая толкательная печь;
4 – проходная роликовая печь; 5 – клеть кварто 1780; 6 – печные моталки;
7 – установка ламинарного охлаждения; 8 – моталка; 9 – стан с двумя чистовыми
клетями кварто; 10 – дополнительная группа чистовых клетей

Рис. 1 – Схема технологической линии по производству горячекатаных рулонов на заводе Ferriera Valsider SpA

Особенностью расчета температурного режима прокатки на стане Стеккеля является необходимость в учете изменения температуры металла в печных моталках и на участке «стан – печные моталки».

Расчет изменения температуры металла в печной моталке выполняли для условий одностороннего нагрева термически тонкого тела. Зависимость включает в себя величину теплоемкости стали, которая зависит от температуры металла. В результате обработки и усреднения данных по средней теплоемкости (C_p , кДж/кг·град)

углеродистых и низколегированных сталей при различных температурах металла (t_{met} , °C) получено следующее уравнение:

$$c_3 = 1000[(-1 \cdot 10^7)t_{met} + 0,0004t_{met} + 0,4281]$$

Уравнение справедливо для углеродистых и для низколегированных сталей в диапазоне температур от 100 °C до 1200 °C.

В результате опытной проверки установлено, что отклонение расчетных температур проката от фактических при производстве горячекатаных рулонов размерами 6x1500 мм из микролегированной стали B638 (аналог X60 по API 5L) составило от -0,54 до 1,14%.

Выводы

Уточнены особенности расчета времени, затрачиваемого на потери тепла излучением и конвекцией на станах Стеккеля. Разработана зависимость для определения изменения температуры раската при смотке на печной моталке стана Стеккеля, которая учитывает влияние температуры печного пространства, температуру металла перед смоткой, суммарный коэффициент теплоотдачи, теплоемкость стали, толщину проката, длительность намотки последнего витка. Погрешность расчета температуры металла с учетом предложенных зависимостей проверена на фактических данных, полученных на стане Стеккеля завода Ferreria Valsider SpA составила от -0,54% до 1,14%.

DESCRIPTION MOTION AND LOAD OF PRIMARY ELEMENTS IN THE LIQUID LUBRICANT LAYER

Moravec Ján

Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko

E-mail: jan.moravec@fstroj.uniza.sk

Introduction

Lubricating effect of the lubricant is connected with the fact that their molecules adhere to the surface of the forming material (metal) and create thin layer between the forming tool and contact surface of the formed metal. The main condition is that the lubricant create a complete unbroken layer on contact surfaces. Experiments shown that the friction is anisotropic. The friction has a different value in the longitudinal direction than in a transverse direction during forming. The roughness of the forming material has a significant impact on friction coefficient contact size. Scale deposits, but even a thin layer of oxides increase. The contact coefficient of friction also increases the scale deposits, but even a thin layer of oxides. Some of the

Алфавітний покажчик

- Bielinska M. 67
Bilyk Y.M. 17
Buraczyńska B. 209
Dykha K.O. 25
Dykha O.V. 25
Dytyniuk V.O. 25
Gaidys R. 134
Golinka I. 134
Jurenas V. 134
Korga S. 209
Martyniuk A.V. 17
Moravec Ján 13
Ostasevicius V. 134
Pańnikowska-Łukaszuk M. 209
Rusnak N.M. 17
Shalapko O. Yu. 110
Sprivachuk I.A. 17
Авсиевич А.М. 197
Антончик І.В. 191
Бабак О.П. 20, 33, 60
Багрій О.В. 85
Багрій Р.О. 128
Баранюк І.О. 71
Бармак О.В. 193
Березка В.В. 11
Білий Д.І. 62
Білик Ю.М. 43, 74
Білоус Г.А. 124
Боровик Л.В. 178
Варгатий О.Д. 43
Вельбой В.В. 33
Вискобчук Б.Ю. 128
Вичавка А.А. 20
Вовчук О. О. 131
Гарліцький М.В. 43
Гіль О.О. 23
Гордсєв А.І. 88
Гордійчук В.П. 50
Горюшкін Н.І. 45
Дитинюк В.О. 139
Дмитерко П.Р. 29, 47, 152
Дорофєєв О.А. 85
Дробот О.С. 33, 103
Іванчук В.О. 80
Кадьшина А.В. 36
Калачинський Т. 172
Каразей В.Д. 82
Кирничний Н.І. 82
Кліменко В.І. 160
Ковальчук О.В. 141
Ковтун Б.І. 45
Ковтун В.В. 85
Козюк Ю.М. 33
Кондаков О.В. 148
Корендій В.М. 29, 47, 152
Костюк Н.О. 88
Кругликов А.А. 197
Круть К.М. 94
Купець Б.І. 74, 94
Курпе А.Г. 11
Курской В.С. 96
Кухарь В.В. 11
Лаврись С.М. 37
Литвиняк О.Я. 98
Лищук О.А. 193, 195
Лук'янюк М.М. 40
Лучицький О.М. 100
Мазурець О.В. 141, 148, 160, 183
Манзюк Е.А. 168
Мартинюк А.В. 43, 74
Матушевський М. 172
Машовець Н.С. 23
Медведчук Н.К. 62
Михнович М.О. 105
Мініцький А.В. 45
Мороз В. А. 204
Мусял Я. 172
Негай Г. А. 71, 80, 118, 121
Новіцький Ю.Я. 29, 47, 152
Олександренко В.П. 50
Панчишин Б. Ю. 96
Пасічник О.А. 165
Підгайчук С.Я. 103
Побережний П.В. 168
Поліщук О. 172
Посонський С.Ф. 20, 60
Проскурняк Р. 106

Ройзман В. П. 204	Сімура Т.Р. 60	Ткачук О. 106
Рудик О.Ю. 178	Скрипник Т. К. 131	Томусяк А.А. 74
Рудь В.Д. 53	Скрипник Т.К. 62, 128, 139, 148, 160, 168, 193, 195	Урбанюк Є.А. 88
Ружицький А.В. 178	Слащук В.О. 110	Фещук І.М. 195
Руснак Н.М. 182	Слащук О.О. 113	Хрстинець Н.А. 53
Рябець М.С. 50	Слободзян В.О. 183	Чебан М.О. 118
Савицький О. Б. 96	Соколан К.С. 191	Чигарев А.В. 105
Савицький Ю.В. 116	Співачук І.А. 43	Чигарев А.В. 36
Савюк І.В. 56	Сухотін Д.І. 116	Шашко А.Е. 197
Сахно Т.Г. 107	Теренов О.М. 193	Шубкіна М. С. 121
Сергиенко Ю.В. 54	Ткачук В.П. 100	Яворська Н.М. 103
Синиця О.В. 50		Яновицький О. К. 204

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

"СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МЕХАНІЦІ"

Відповідальні за випуск:

Слащук В. О.

Слащук О. О.

Підписано до друку 30.04.2018

Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк офсетний.

Умов. друк. арк. 31,9. Обл. вид. арк. 31,9

Наклад 100 прим.

«PolyLux»

29017, Україна, м. Хмельницький, вул. Зарічанська 22/3.

Тел. 067 307-09-76.