

```

(DE (front uridichotdel) (post urist_konsult))
(DE (front uridichotdel) (post sekretar)) и аналогично для всего предприятия.
Создаем следующий шаблон Colleagues.
(deftemplate Colleagues
(slot name1)
(slot name2)) и аналогично следующие шаблоны.
Создадим правило; «Если работники работают в одном отделе – то они коллеги».
(defrule Colleagues
(DE (front ?a) (post ?b))
(DE (front ?a) (post ?c&~?b))
=>
(printout t ?b “I” ?c “rabata v odnom otdele” crlf)
(assert ( Colleagues (name1 ?b) (name2 ?c))))
(reset)
(run)

```

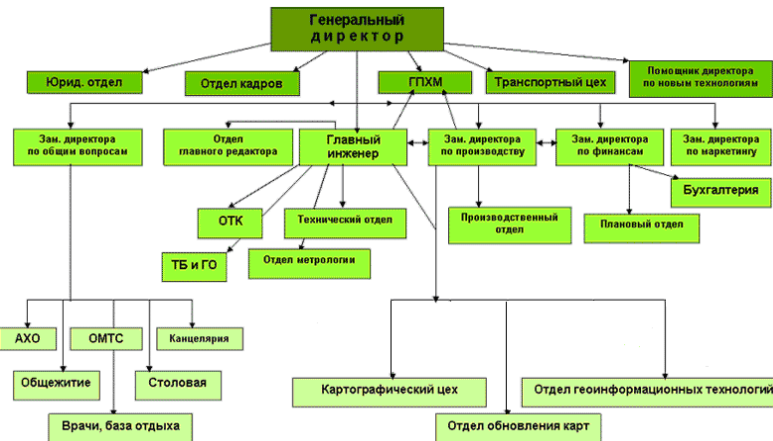


Рис. 1. Схема структуры предприятия

Получим результат. Аналогично можно создавать шаблоны управления, проверяющие информационные потоки на предприятии, создающие новые правила, новые решения проблем, новые факты, предлагающие альтернативы решений задач (не из базы данных).

Выводы. Программные средства, которые базируются на технологии и методах искусственного интеллекта, приобрели значительное распространение в решении проблем управления предприятием и производственных задач. Их важность, заключается в том, что данные технологии существенно расширяют круг практически значимых задач, которые можно решать на компьютерах, и их решение приносит значительный экономический эффект. Для создания интеллектуальных систем поддержки принятия решений целесообразно использовать язык программирования CLIPS. Как показано на простом примере, можно создать базу данных и базу знаний охватывающие все аспекты управления предприятием и получить интеллектуального информационного помощника для руководителя предприятия.

Список литературы

1. Джексон П. Введение в экспертные системы.: Пер. с англ.: Уч. пос. — М.: Изд. дом «Вильямс», 2001. - 624 с.
 2. Попов Р.А. Антикризисное управление. -М.: Высш. шк., 2004. 429 с:
 3. Гайфуллин Б.Н. Автоматизация систем управления предприятиями стандарта ERP/MRP/II: Интерфейс-Пресс, 2002. - 416 с.
 4. Мартынович А.М. Стратегия развития информационных технологий на предприятии. М.: «Экспо».- 2007. - 313с.
- Рукопись поступила в редакцию 19.03.12

УДК 628.544

Г.В. ГУБІН, д-р техн. наук, проф., Ю.П. КАЛІНІЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент,
В.В. ТКАЧ, Г.Г. ГУБІН, кандидати техн. наук, доценти
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ПРО ПЕРЕРОВКУ ВІДПРАЦЬОВАНИХ АВТОМОБІЛІВ

У цій роботі зроблено вибір устаткування для переробки автомобільного скрапу в сталеву арматуру на мініметалургійних заводах.

Підготовка автомобільного металобрухту. Тенденція останніх років показує швидке зростання електросталеплавильного виробництва та вводу в експлуатацію мініметалургійних заводів неповного циклу. Так, кількість таких заводів у світі перевищила 1000, а доля виплавленої електродуговим способом сталі складає 30% і продовжує зростати, досягаючи у ряді країн 50 і більше відсотків.

Для металургії розвинених країн характерна тенденція до розширення марочного і профільного сортаменту і наближення мережі збуту до споживачів. Потреба в кожному окремому виді спеціальної металопродукції зазвичай обмежена і залежить від регіону.

Виробництво малотоннажних партій прокату на великих металургійних заводах економічно не вигідно і часто технічно неможливо.

За останні десятиріччя з'явилися мініметалургійні заводи потужністю 0,5-1,5 млн т на рік з високопродуктивними сучасними сталеплавильними печами і ливарно-прокатними модулями. Проте і такі заводи не пристосовані до випуску малотоннажних партій.

Останнім часом з'явилися спеціалізовані нові заводи орієнтовані на малотоннажну продукцію. Це невелике підприємство для виробництва сортового прокату у складі дугової сталеплавильної печі, агрегату ковш-піч, вакууматора і ливарно-прокатного модуля.

Рентабельність підприємства забезпечується високою ціною на малотоннажні партії прокату.

В УкрНДІметі виконано проектні переробки по створенню спеціалізованих металургійних заводів для переробки металобрухту в сортовий прокат широкого сортаменту річною продуктивністю від 10 до 120 тис. т.

В даній статті розглядається можливість виробництва 100 тис. т арматури з металобрухту відпрацьованих автомобілів.

Структура металобрухту для електросталеплавильного виробництва з кожним роком змінюється. Відбувається збільшення відносно легковагового змішаного брухту з товщиною стінки до 6 мм при скороченні кускового товстостінного брухту і ця тенденція збережеться надалі. Прикладом легковагового змішаного брухту є транспортні засоби, що вийшли з експлуатації, кількість яких зростає з кожним роком. Збільшується імпорт автомобілів, а також насичення відпрацьованими транспортними засобами, що призводить з часом до утворення автомобільних відходів. Усе це робить проблему переробки і утилізації актуальною.

Сучасний легковий автомобіль найчастіше має масу близько 1 т. До 80% маси - це кузов з тонколистової сталі завтовшки 0,8-1,0 мм. Окрім пластиків, масел і токсичного електроліту це десятки кілограмів свинцю, міді, алюмінію, цинку і т. ін. Після закінчення експлуатації автомобіля, він майже завжди потрапляє в категорію "старого легкозабрудненого брухту".

Підготовка легкового лому здійснюється в основному двома способами: пакетуванням і шредерною переробкою. Для отримання пакетів відносної чистоти по шкідливих домішках потрібно ретельне сортування легкового брухту перед пакетуванням, що полягає у використанні магнітних сепараторів, віброгрохотів і іншого устаткування для максимального видалення сміття і шкідливих домішок. Це досить дороге і не вирішує проблему забезпечення чистоти пакетів. Тому в шихті електрпечей рекомендується використання не більше 15% пакетів (на практиці - 5-8%) розміром 600×600×600 мм.

Найбільш сучасним і ефективним способом являється шредерна переробка легкового брухту, що кардинально вирішує проблему отримання габаритного, готового до використання при виплавці сталі продукту.

Нині кількість шредерних установок в країнах Євросоюзу складає 50, а в США досягло 200. У Російській федерації побудовано 5 таких установок, а в Україні вони доки не існують.

Досвід використання шредерного брухту в електрпечах Молдавського і Білоруського металургійних заводів є позитивним: велика насипна маса, менше шкідливих домішок, зниження витрати кисню і т.ін.

Технологія переробки автомобілів, що відслужили свій термін, полягає в наступному. Автомобіль привозять на майданчик, де спочатку знімають сидіння, колеса, акумулятор, зливають масло і електроліт. Остов відправляють в загальну купу металобрухту де перевантажувач із спеціальним захватом бере кузов і відправляє його до розривача. Цей агрегат буквально розчленовує колишній автомобіль, перетворюючи його на шматки металу. Потім власне шредерна установка роздрібнює і сортує метал, роблячи шрот розміром 3-15 см і щільність 0,8-1,3 т/м³.

Для цього використовується молоткова дробарка. Завдяки системі повітряної сепарації неметалеві деталі відділяються від металевих.

Для відділення від заліза кольорових металів використовуються магнітні сепаратори. Залишком є відходи дроблення, на які доводиться 25-35% маси автомобілів, що відслужили. Відходи дроблення складаються із скла, волокон, гуми, автомобільних рідин, пластмас і бруду.

Технологічна схема ланцюга апаратів шредерної установки приведена на рис. 1 [1].

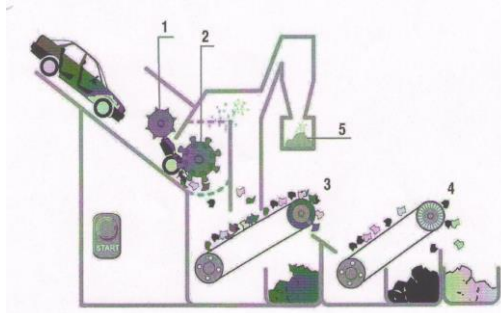


Рис. 1. Технологічна схема ланцюга апаратів шредерної установки: 1. Розривач. Кузов і агрегати заздалегідь подрібнюються. 2. Шредер. Диск з молотами дробить автомобіль до стану шроту. 3. Пневматична сепарація. Потік повітря відділяє пилю і неметалічні відходи – скло, пластик, текстиль – від металу. 4. Магнітна сепарація. З допомогою електромагніту чорний метал відділяється від кольорового. 5. Пілозбірник

Для експлуатації такої установки потрібно зазвичай 8 осіб. За годину з їх допомогою переробляється близько 50 т металу. Потужні установки можуть переробляти

металобрухт товщиною 10 мм з продуктивністю до 400 т/год. Майже половина працюючих у світі шредерів виготовлені компанією Metso Lindemann GmbH [2].

Загальний вид установки наведено на рис. 2 і 3, а технічна характеристика в табл. 1.

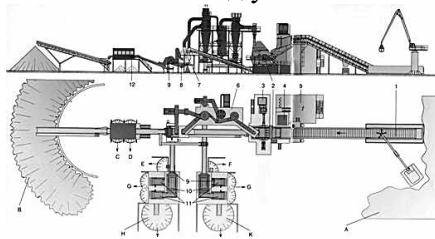


Рис. 2. Схема шредерної установки Metso Lindemann



Рис. 3. Загальний вид шредерної установки

Пластинчатий конвейєр
Шредер
Головний двигун
Кабіна управління
Електрощитова.
Система пилоподавлення
Пневматичний сепаратор
Вібраційний конвейєр
Магнітний сепаратор
Барабанний грохот
Сепаратор відділення кольорових металів
Сортувальний пост

А. Вихідний матеріал (корпуса автомобілів, змішаний лом, брикетований лом)
В. Роздрібнений лом чорних металів
С. Cu/Fe
D. Резина
E. Чорні/кольорові метали
F. Легка фракція продукту подрібнення інертна
G. Змішані кольорові метали.
H. Змішані неметали
K. Легка фракція продукту подрібнення з високою теплотворною здібністю

Незважаючи на велику вартість цього виду брухту, металурги чудово покращують техніко-економічні показники електроплавлення. Простіше стає завантаження металобрухту, що забезпечує рівномірно-щільне укладання його в печі. Шихта швидше прогривається, що прискорює час плавлення, знижує витрату енергії до 15%, зменшує чад, знос футерування і т.д. Шредерний брухт характеризується зниженим змістом сірки, кремнію і фосфору. Його насипна щільність вища, ніж звичайного. При оптимізації усіх процесів європейські металургійні заводи знизили час плавки на 20-25 хв і добилися поліпшення якості металу.

Таблиця 1

Технічна характеристика шредерної установки

Двигун*, к.с. або кВт	Оберти, хв. ⁻¹	Маса, т	Габарити: довжина, ширина, висота, мм	Завантажувальний бункер, м ³
710 дизель 2×220 електрич.	12-32 9-34	42-44	15,0/12,67-3,20-3,0	11

Звіт про Європейський реєстр діоксинів показує, що є дані вимірів викидів дібензо-п-диоксинів і дібензофуранів від декількох шредер-установок. У цілому, було виявлено дуже низькі концентрації (< 0,01 нг I - TEQ/м³). У табл. 2 представлено питання і чинники викидів (емісій) в атмосфері.

Викиди дібензо-п-діоксинів і дібензофуранів на переробному заводі в Німеччині

	Мінімальна	Максимальна	Середньо геометрична	Середньо арифметична
Концентрації викидів (нг I-TEQ/м ³)	0,002	0,430	0,056	0,140
Фактор викидів(емісей) (мкг I-TEQ/т)	0,059	0,667	0,236	0,303

Для виробництва прокату в кількості 100 тис. т/рік з автомобільного металобрухту необхідно 138000 т брухту. Для цього знадобиться шредерустановка, наприклад, фірми Hensel продуктивністю 30-50 т/год., або фірми Metso Lindemann продуктивністю 20-40 т/год., або фірми БІЛ продуктивністю до 20 т/год.

Таблиця 3

Хімічний склад автомобільного брухту, %

C	Mn	Si	P	S	Al	N ₂
> 0,005	0,1-0,2	0,01-0,03	0,008-0,015	0,005-0,01	0,02-0,05	0,004-0,005

2. Вибір плавильного агрегату для утилізації автомобільного металобрухту. ТОВ "НТФ" ЕКТА"(РФ) створила парк і освоїла виробництво промислових універсальних дугових печей постійного струму нового покоління (ДППТУ-НП), які успішно експлуатуються на багатьох підприємствах Росії і інших країн світу [3]. Ці печі місткістю від 0,5 до 100 т призначені для виробництва якісного литва і переробки брухту рядових і високолегованих марок сталі, чавуну та ін. У ДППТУ-НП введений комплекс нових технічних рішень, що дозволили значно розширити технологічні можливості електродугового нагріву і усунути недоліки дугових печей. Печі універсальні, вони не відрізняються одна від одної по конструкції і застосовувемим вогнетривам, це дає можливість виробництво різноманітного сортаменту і легкого переходу з одного сортаменту на інший. Печі дозволяють переплавляти будь-які види шихт без спеціальної підготовки, включаючи стружку. Для переробки металобрухту ефективно комбінують ДППТУ-НП невеликої місткості, з високою швидкістю плавлення, і ДМППТУ-НП (міксер постійного струму нового покоління), місткість якого значно перевищує місткість ДППТУ-НП.

Печі поставляються в стандартній комплектації: джерело живлення, АСУ-плавка і АСУ-ТП, плавильна місткість; і в агрегатному виконанні: ДППТУ-АГ з двома плавильними ємкостями. Ємкості можуть відрізнятись одна від одної місткістю.

Концепція виплавки якісних сталей в ДППТУ-НП відрізняється від концепції виплавки сталі в дугових печах постійного і змінного струму. Так, згідно прийнятої концепції, в дуговій печі здійснюється плавка шихти із застосуванням електроенергії і альтернативної - газокисневих запальників, кисневих інжекторів, інжекторів вуглевісного порошку, використання вспінання шлаку. Ці печі не дозволяють виплавляти сталь заданого складу, але забезпечують високу швидкість і зниження витрати енергії. З такої печі метал передають в установку ковш-піч, в якій здійснюється синтез сталі. Недоліком такої технології являються високі витрати на виробництво високоякісної сталі.

До них відносяться і недоліки комбінованої ДСП, де реалізується високий чад шихти (8-25%), повний чад легуючих елементів шихти, спеціальні вимоги до шихти, що переплавляється, високий вміст кисню та інших розчинених в розплаві газів, наявність великої кількості неметалевих включень. Робота ДСП характеризується масовими викидами з високою енергоємністю газів і пилу. Таким чином, плавка шихти в комбінованих ДСП характеризується високими витратами на виробництво сталі та інтенсивними шкідливими викидами.

Синтез сталі в установках піч-ковш також високозатратний процес, де кисневий чи рудний кіп (для змішування, дегазації та видалення неметалевих включень) замінений на продування аргонном, і використовуються складні дорогі методи розкислювання, легування і рафінування сталі. У більшості випадків підвищення якості сталі намагаються досягти застосуванням установок вакуумування металу в ковші. Усе це супроводжується виділенням величезних кількостей газу і пилу, а головне підвищеним чадом і як наслідок втратою шихти.

Найбільш важливим показником ДППТУ-НП є скорочення часу ведення технологічних операцій за рахунок магнітогідродинамічного перемішування розплавів. Тому створюється резерв для збільшення тривалості розплавлення шихти, тобто можливість значного зниження встановленої потужності. Чад металеві частини шихти при цьому не перевищує 1,5%, а дія на довкілля мінімізується.

У цілому НТФ " ЕКТА" пропонує наступну організацію виплавки сталі. Розплавлення, дефосфорація (при необхідності зі зміною шлаку) десульфуратія, науглеводнення (графітова стружка), зневуглецювання (кисневий або рудний кіп), легування, рафінування, розкислення, управління температурою розплаву. Впродовж плавки гарантується гомогенність температури і хімічного складу розплаву шлаку і металу. Це дозволяє пічний шлак використати при продовженні рафінування металу в розливному ковші. Використання кисню, газових і інших пальників не допускається. Система газовиділення - мимовільне витікання пічних газів з другого отвору в склепінні, огорожа через зонт у систему вентиляції. Видалення проміжного шлаку - через робочі дверці [4].

Порівняння показників ДСП і ДППТУ-НП приведені в табл. 4 на прикладі роботи 20-тонної печі змінного струму ДСП-20 до і після її реконструкції за методикою НТФ " ЕКТА" в ДППТУ-20.

Таблиця 4

Порівняння показників роботи ДСП-20 до реконструкції та після її реконструкції в універсальну піч

Найменування показників	ДСП-20 (змінного струму)	ДППТУ-20 (постійний струм)
Витрати електроенергії на тону рідкої сталі, кВт-год.	890	710
Продуктивність по рідкому металу, т/год.	4,54	7,16
Середні подовженість плавки, год	4,92	3,0
Загальний угар металу, %	5,0	3,0
Витрати електродів, кг/т рідкої сталі	14,6	2,12
Розпад вапна, кг/т рідкої сталі	48,0	20,7
Витрати шамоту, кг/т рідкої сталі	12,1	2,7
Витрати розкисної суміші (вапно, FeSi 45, кокс), кг/т інструментальної рідкої сталі	78,22	46,18
Витрати FeSi, кг/т рідкої сталі	13,8	11,2
Витрати FeMn, кг/т рідкої сталі	6,3	5,1
Витрати FeCr, кг/т інструментальної рідкої сталі	14,0	12,0
Витрати FeV, кг/т інструментальної рідкої сталі	2,4	1,1
Витрати FeMo, кг/т інструментальної рідкої сталі	2,1	2,1
Пил, мг/м ³	27,2	9,9

Однорідність хімічного складу і температури розплаву, зменшення неметалевих включень створюють сприятливі умови для поліпшення структури металу. Відхилення по хімічному складу знизилися на 35 %, рівень механічних властивостей на 520 %, рівень невідповідності ГОСТ знизився на 90 %, відповідність ультразвукового контролю підвищилася на 15-45 %. На ДСП і ДППТУ-НП кількість плавок з масовою долею фосфору більше 0,035-18 % і 2% відповідно; з масовою долею сірки більше 0,025-33% і 15%.

Структура економічного ефекту показує, що електроенергія не є головною метою переходу до нової технології, основою техніко-економічних показників є вартість сировини і матеріалів. Термін окупності на запропоноване устаткування і технологію складає 10 місяців. У розрахунок не включена економія витрат на екологію.

Для утилізації підготовленого лому від зношених автомобілів нами вибрана ДППТУ-НП-20 виробництва ТОВ НТФ " ЕКТА" у кількості двох печей. Для цих печей прийняли тривалість плавки (плавлення, довантаження підігрітої шихти, доводка) - 2 години.

На капітальний ремонт дугової печі витрачається 5 діб на протязі року. Простої по причині заміни і перепускання електродів займають дуже мало часу і його можна включити в тривалість плавки. На позаплановий ремонт механічного і електричного устаткування високомеханізованих печей відводиться 4 доби. Інші простої 10-11 діб. Таким чином, число робочих діб складе 340. Ця цифра співпадає з нормативами Діпромеза.

Число плавок на одну піч в добу 24:2=12 плавок, а на двох печах 24 плавки. Усього плавок на одній печі 12×340=4080, а на двох 8160. Середня сумарна маса плавки по сталі (кількість сталі приймаємо з урахуванням 5% чаду, тобто 105263, 579×1,05=110526,3158 т сталі на рік): 110526: 8160=13,54 т/ч. Задану продуктивність можна отримати від двох печей ДППТУ-НП-20.

Хімічний склад виплавляємої сталі: сталь 25Г2С, %:0,20-0,29С, 1,2-1,6 Mn, 0,6-0,9Si, не більше 0,30Cr, не більше 0,30Ni, не більше 0,045S, не більше 0,040P, не більше 0,30 Cu.

3. Використання ливарно-прокатних модулів для виробництва арматури [4].

3.1. Ливарно-прокатний агрегат (ЛПА) з малогабаритною обтисковою групою (рис. 4).

Безпосереднє поєднання машини безперервного литва заготівель з прокатним станом в одному технологічному комплексі забезпечує економію енергії, підвищує вихід придатного прокату, стабілізує роботу стану, зменшує масу технологічного устаткування і виробничу площу.

Показники роботи двох ДППТУ-НП-20

Найменування показників	ДППТУ-НП-20
Продуктивність по рідкому металу, т/год	13,54
Середня подовженість плавки, год	2
Загальний випал металу, %	3,5-5
Витрати вуглекислородистовних, т/т	0,05
Витрати рідкої сталі, FeSi т/т	0,4
Витрати рідкої сталі, FeMn т/т	0,27
Витрати магнезитової цегли на укладку, т	12
Кількість проб на протязі плавки, од.	3-4
Потужність джерела живлення, кВА	14000
Маса металоконструкцій, т	140
Номінальна ємкість, т	20
Питома витрата електроенергії, кВт·год/т	400
Пил, мг/м ³	19,8
Шум, дБА	84
Витрати брухту за плавку, т	17
Витрати охолоджуючої води, м ³ /год	85
Витрати графітизованих електродів, кг/т рідкої сталі	2,12
Витрати вапна, кг/т рідкої сталі	20,7

Призначення ливарно-прокатного модуля - це виробництво арматури, круглого прокату, еквівалентних ним по площі шестикутників і квадратів з вуглецевих і низьколегованих сталей. Вибраний ливарно-прокатний агрегат оснований на застосуванні способу виробництва дрібно-сортного прокату по патенту РФ № 2134179 від 10.06.98 р. Основні дані по агрегату.

Технічна характеристика ливарно-прокатного модуля:

Продуктивність, тис. тонн/рік	50-100
Маса однієї плавки, т	12-25
Робоча швидкість литва, м/мін	3,2-3,5
Переріз розливної заготовки: квадрат, мм×мм	125×125, 110×110

Сортамент продукції :
арматура класу АІ - АІІ і термозміцнена класу АІІІ – АІV круги, мм
Еквівалентні по площі:

	12-22
	13-30
шестикутник, квадрат	
Довжина прутків, м	6-12
Маса пакету, т	до 5
Маса основного устаткування, т	
в т.ч. МНЛЗ, т	860
прокатного стану, т	130
	730
Сумарна встановлена потужність, кВт	
в т.ч. головних приводів прокатного стану, кВт	4800
	3300
Довжина агрегату, м	100

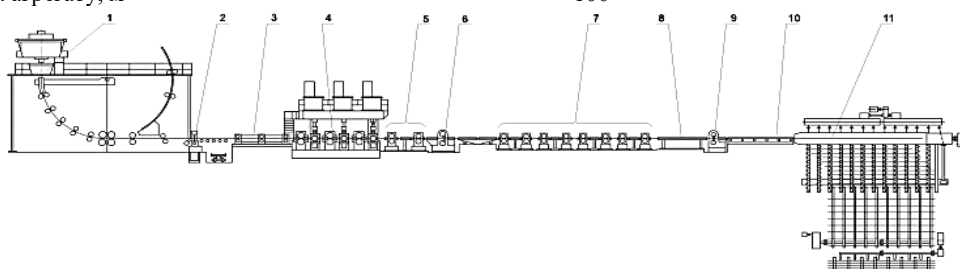


Рис. 4. Схема ливарно-прокатного агрегату: 1 – МНЛЗ. 2 - ножиці гідравлічні. 3 - нагрівач індукційний. 4 - група обгискових клітей, малогабаритна. 5 - група проміжних клітей. 6 - ножиці леткі аварійні. 7 - група чистових клітей. 8 - ділянка термообробки арматури. 9 - ножиці летючі універсальні. 10 - підводящий рольганг. 11 - ділянка прибирання і охолодження прокату

3.2. Ливарно-прокатний агрегат з планетарним станом для дрібного сорту і катанки (рис. 5).

ВНДІМЕТМАШ розробив колективний і економічний ливарно-прокатний агрегат для виробництва дрібносортового прокату простих профілів (круг, квадрат, шестикутник, арматурна сталь та ін.). Прототип такого агрегату працює на заводі АТ "Електросталь"(РФ) випускає катанку з високолегованих сплавів.

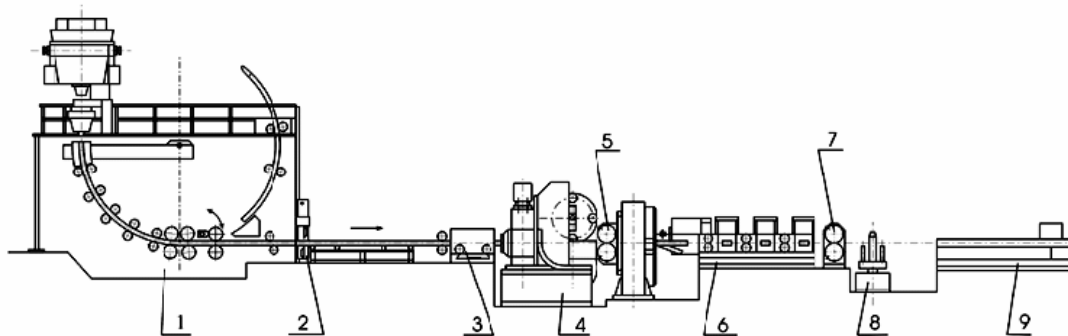


Рис. 5. Схема ливарно-прокатного агрегату з планетарним станом для дрібного сорту і катанки:

- 1 - однорівчачова МНЛЗ. 2 - маятникові летючі ножиці. 3 - індукційний підігрів. 4 - сортовий планетарний стан.
5 - летючі ножиці. 6 - група клітей подовжнього плющення. 7 - барабанні летючі ножиці. 8 - змотувальні пристрої.
9 - пристрій для прибирання бунтів

До складу агрегату входять: однорівчачова радіальна машина безперервного литва, пристрій вирівнювання температури, сортовий планетарний стан, безперервна група клітей, ділянки термообробки, змотування в бунти або різання на мірні довжини.

Основні переваги ЛПА в порівнянні з традиційним сортопрокатним цехом продуктивністю 500 тис. т/рік такі:

- низькі питомі капітальні витрати;
- зниження собівартості готової продукції на 20%;
- прокатка будь-яких марок сталей;
- підвищення механічних властивостей готового прокату;
- скорочення виробничого циклу в 10-20 разів (при випуску продукції з високолегованих сплавів);

відповідність природоохоронним вимогам.

Технічна характеристика ЛПА:

Продуктивність, тис. т	50-70
Розмір готового прокату (діаметр описаного кола), мм	6-25
Переріз відливої заготовки, мм	100×100
Сумарна встановлена потужність, кВт	2500
Маса устаткування, т	400
Розмір (довжина×ширина), м	60(40)×18 = 1080 м ²

За бажанням замовника до складу агрегату можуть бути включені дві електропечі місткістю 5-12 т, агрегат комплексної обробки сталі (АКОС). При виготовленні продукції у бунтах довжина ЛПА скорочується до 40 м.

Проаналізувавши ливарно-прокатні модулі [5,6] дійшли висновку, що для виробництва арматури діаметром 8 мм і продуктивності 100 тис. т на рік найдоцільніше використати схему ЛПМ для виробництва катанки, розробленою ВНДІМЕТМАШ(РФ), який дозволяє досягти продуктивність 100 тис. т на рік.

Для отримання такої продуктивності необхідно встановити дві лінії такого агрегату.

Отже, є науково-технічні передумови для переробки і утилізації відпрацьованих автомобілів з метою отримання з них арматури і інших видів прокату. Це скоро стане актуальним питанням для таких міст як Київ, Харків, Донецьк, Дніпропетровськ і АР Крим.

Список літератури

1. <http://www.autoreview.ru/archive/2006/18/recycling/index.php?print=Y>
2. http://www.metsominerals.ru/inetMinerals/Russia/mm_rus_home.nsf/FR?ReadForm&ATL=/inetMinerals/russia/mm_rus_gen.nsf/WebWID/WTB-070303-2272-CE295
3. www.stf-ecta.ru

4. Целиков А.И. Металлургические машины и агрегаты: настоящее и будущее. _ М.: Металлургия, 1979.-144с.
5. Сивак Б.А., Ротов И.С. Литейно-прокатные агрегаты для металлургических минизаводов// Ин-т «Черметинформация».-Бюл. «Черная металлургия».-2001.-№3.-с.7-15.
6. Сапожников А.Я. Мелкосортные станы конструкции// Сталь.-1999.-№6-с.61,62.

Рукопись поступила в редакцию 04.04.12

УДК 621.78

Н.А. Дац, магистр ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОДАЧИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛИ 110Г13Л МЕТОДОМ ДУШИРОВАНИЯ

Выполнен анализ способов охлаждения высокотемпературной поверхности при подаче жидкости сплошными и дисперсными струями, обработкой туманом. Рассмотрены основные процессы, протекающие между высокотемпературной поверхностью и поверхностью с соплами, подающими охлаждающую жидкость

В литом состоянии сталь 110Г13Л имеет структуру аустенита со структурно свободными карбидами, располагающимися как по границам, так и внутри зерна. Количество и форма карбидов зависит от содержания в стали углерода и условий охлаждения отливки. С увеличением содержания углерода и уменьшением скорости охлаждения отливки, количество карбидов резко возрастает. Литая сталь, обладающая такой структурой, имеет низкие пластические свойства [1].

Механические свойства незакаленной стали мало зависят от ее состава. В ряде случаев сталь может быть настолько хрупка, что детали разрушаются при падении или при отбивке литников. Поэтому, отливки из стали 110Г13Л используются в закаленном состоянии [1].

Анализ литературных данных [1,2] показывает, что усовершенствование металлургической технологии производства отливок, направленное на улучшение эксплуатационных свойств стали 110Г13Л состоит из следующих наиболее эффективных вариантов: увеличение выдержки сплава после легирования (рафинирование); оптимальный температурный режим разлива сплава; увеличение выдержки изделия в нагревательной печи при термической обработке до полного растворения карбидов. Но мало внимания уделяется технологии термической обработки, а именно способу охлаждения после извлечения изделия из нагревательной печи. Связано это, скорее всего, из-за ограниченности действий используемого способа охлаждения, т.е. погружением. Деталь погружают в бак с закалочной жидкостью с целью фиксации аустенитной структуры, не содержащей карбидов. Для лучшего теплоотвода рекомендуются осуществлять циркуляцию жидкости и вращение самой детали. Дробильные конуса из высокомарганцовистой стали, являются крупногабаритными отливками, поэтому для качественной закалки (равномерного и быстрого охлаждения) необходимо использовать более 150 м³ закалочной жидкости, а следовательно и закалочные ванны больших размеров.

Предлагаем, для ускорения процесса теплоотвода, равномерного и быстрого охлаждения использовать метод охлаждения душированием. Основным достоинством способа является возможность регулирования скорости охлаждения путем изменения давления в системе подачи охлаждающей жидкости.

При душевом методе охлаждения вода подается на охлаждаемую поверхность сплошными или распыленными (дисперсными) струями.

Термин “сплошная струя” следует понимать как визуальную характеристику, указывающую на отсутствие видимого распада струи на отдельные капли; для “сплошной” струи не исключаются пульсации межфазной поверхности и срыв отдельных капель [3].

Распыливанием называют процесс дробления струи или пленки жидкости на большое число капель и распределение их в пространстве.

При охлаждении сплошными струями подача жидкости осуществляется одной или, реже, несколькими толстыми струями через сопла. Чаще всего при этом струя подается не перпендикулярно охлаждаемой поверхности, как при душевом охлаждении, а параллельно ей или под углами [4]. Уменьшение угла падения струй до 30° приводит к тому, что струи начинают скользить по поверхности. При этом устойчивость паровой пленки увеличивается, толщина ее возрастает, что и приводит к снижению скорости охлаждения на этой стадии [5]. Поэтому, условия для разрушения паровой пленки и условия отвода пара ухудшаются.