



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์ / โทรสาร 4750
ที่.....ศธ.5621/ 43.....วันที่ 23 มกราคม 2549
เรื่อง.....นำส่งหลักฐานค่าใช้จ่ายของโครงการวิจัยและเงินโอนเข้าบัญชีมหาวิทยาลัย.....

เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี

สถาบันวิจัยและพัฒนาขอส่งหลักฐานค่าใช้จ่ายของ โครงการวิจัยที่ดำเนินการแล้วเสร็จและ
หลักฐานการโอนเงินเข้าบัญชีมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ 2545 ของสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน
1 โครงการ ดังนี้

โครงการ	หัวหน้า โครงการ	งบประมาณ ที่ได้รับจัดสรร	ค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น ของโครงการ	จำนวนเงิน คงเหลือ	ดอกเบี้ย	เงินที่โอนเข้าบัญชี มหาวิทยาลัย (วันที่โอนเงิน)
อิทธิพลของธาตุทองแดงใน เหล็กหล่อเหนียวอสเทมเปอร์	อ.อุษณีย์ กิดกำธร	50,000.00	39,604.20	10,395.80	260.58	10,656.38 (โอน 23 ส.ค.48)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

(รองศาสตราจารย์ น.ท. ดร. สราวุฒิ สุจิตกร)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนาเรียน อาจารย์อุษณีย์ กิดกำธร

• • □ • •



IANCH

วันที่/DATE 23 ต.ค. 48

U.S. 23/08/48 5802157728 SURANAREE UNDA C1 *****10,656.38 CASH 22006 1058B

គោលការណ៍ - ទំនាក់ទំនងរវាងការងាររបស់បុគ្គលិកដែលបានបង្កើតឡើងក្នុងក្រុមប្រឹក្សាភិបាល ០១:០២៣២ កំណត់ទំនាក់ទំនងរវាងការងាររបស់បុគ្គលិកដែលបានបង្កើតឡើងក្នុងក្រុមប្រឹក្សាភិបាល

5	8	0	2	1	5	7	7	2	8
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ឈ្មោះ
A/C NAME

ערה
HT

นางพิมพ์นกร้อยนำสืบจนกระทั่ง สืบสืบ แปลเสร็จ

บาท
BAHT

10,656-38

ชื่อธนาคาร-สาขา
BANK-BRANCH

หมายเลขใบ
CHQ. NO.

จำนวนเงิน
AMOUNT

AUTHORIZED TELLER

AUTHORIZED

เงื่อนไขและรายละเอียดด้านล่าง

READ CAREFULLY INSTRUCTION ON THE REVERSE

จำนวน ฉบับ รวมยอดเงินเช็ค

DEPOSIT BY ឧបសគ្គ កំណត់

TEL.

118.39+
125.82+
10.68+
2.83+
0.92+
1.65+
0.29+
260.58 *

๐๐0๐๐

28/08/02 11:05 1058K*2350 707-215511 SY SR707
NEW P/S NO.-00002522037

(สมุดเล่มนี้สามารถตรวจสอบยอดคงเหลือโดยเครื่องปรับยอดสมุดอัตโนมัติได้)

ชื่อบัญชี **มทส. โครงการยืมเพื่อของทองแดง**

NAME

ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน)
THE SIAM COMMERCIAL BANK PUBLIC COMPANY LIMITED

สาขา **เชียงใหม่** สาขา **เชียงใหม่** สาขา **เชียงใหม่**

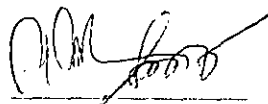
บัญชีเงินฝากออมทรัพย์ เลขที่

SAVINGS ACCOUNT NO.

707-2

-15511-8

2522037



ผู้มีอำนาจลงนาม
AUTHORIZED SIGNATURE

สามารถ
ได้ตรวจสอบยอดคงเหลือโดยเครื่องปรับยอดสมุดอัตโนมัติได้

วันที่ DATE	ประเภท FC	จำนวน จำนวน	วันที่ period	ยอดรวม BALANCE	ยอดรวม BALANCE
28/08/02	COO	++++++500.00		*****500.00	1059K
11/09/02	XDN	++++25,000.00		*****25,500.00	1059B
	INT	++++++118.39			
25/12/02	TAX	-----0.00		*****25,618.39	0000A
08/04/03	CWD	-----25,000.00		*****618.39	1059B
29/05/03	XDN	++++25,000.00		*****25,618.39	1183B
	INT	++++++125.82			
25/06/03	TAX	-----0.00		*****25,744.21	0000A
09/07/03	CWD	-----25,000.00		*****744.21	1059A
25/12/03	IN	++++++10.68		*****754.89	0000A
25/06/04	IN	++++++2.83		*****757.72	0000A
18/09/04	X2	-----50.00		*****707.72	6000A
16/10/04	X2	-----50.00		*****657.72	6000A
20/11/04	X2	-----50.00		*****607.72	6000A
25/12/04	IN	++++++0.92		*****608.64	0000A
31/12/04	FE	-----50.00		*****558.64	0000A
31/01/05	FE	-----50.00		*****508.64	0000A
28/02/05	FE	-----50.00		*****458.64	0000A
31/03/05	FE	-----50.00		*****408.64	0000A
30/04/05	FE	-----50.00		*****358.64	0000A
31/05/05	FE	-----50.00		*****308.64	0000A
25/06/05	IN	++++++1.65		*****310.29	0000A

1. งบการเงินรวม
 2. งบการเงินรวม
 3. งบการเงินรวม
 4. งบการเงินรวม
 5. งบการเงินรวม
 6. งบการเงินรวม
 7. งบการเงินรวม
 8. งบการเงินรวม
 9. งบการเงินรวม
 10. งบการเงินรวม
 11. งบการเงินรวม
 12. งบการเงินรวม
 13. งบการเงินรวม
 14. งบการเงินรวม
 15. งบการเงินรวม
 16. งบการเงินรวม
 17. งบการเงินรวม
 18. งบการเงินรวม
 19. งบการเงินรวม
 20. งบการเงินรวม
 21. งบการเงินรวม
 22. งบการเงินรวม
 23. งบการเงินรวม
 24. งบการเงินรวม
 25. งบการเงินรวม
 26. งบการเงินรวม
 27. งบการเงินรวม
 28. งบการเงินรวม
 29. งบการเงินรวม
 30. งบการเงินรวม
 31. งบการเงินรวม
 32. งบการเงินรวม
 33. งบการเงินรวม
 34. งบการเงินรวม
 35. งบการเงินรวม
 36. งบการเงินรวม
 37. งบการเงินรวม
 38. งบการเงินรวม
 39. งบการเงินรวม
 40. งบการเงินรวม
 41. งบการเงินรวม
 42. งบการเงินรวม
 43. งบการเงินรวม
 44. งบการเงินรวม
 45. งบการเงินรวม
 46. งบการเงินรวม
 47. งบการเงินรวม
 48. งบการเงินรวม
 49. งบการเงินรวม
 50. งบการเงินรวม
 51. งบการเงินรวม
 52. งบการเงินรวม
 53. งบการเงินรวม
 54. งบการเงินรวม
 55. งบการเงินรวม
 56. งบการเงินรวม
 57. งบการเงินรวม
 58. งบการเงินรวม
 59. งบการเงินรวม
 60. งบการเงินรวม
 61. งบการเงินรวม
 62. งบการเงินรวม
 63. งบการเงินรวม
 64. งบการเงินรวม
 65. งบการเงินรวม
 66. งบการเงินรวม
 67. งบการเงินรวม
 68. งบการเงินรวม
 69. งบการเงินรวม
 70. งบการเงินรวม
 71. งบการเงินรวม
 72. งบการเงินรวม
 73. งบการเงินรวม
 74. งบการเงินรวม
 75. งบการเงินรวม
 76. งบการเงินรวม
 77. งบการเงินรวม
 78. งบการเงินรวม
 79. งบการเงินรวม
 80. งบการเงินรวม
 81. งบการเงินรวม
 82. งบการเงินรวม
 83. งบการเงินรวม
 84. งบการเงินรวม
 85. งบการเงินรวม
 86. งบการเงินรวม
 87. งบการเงินรวม
 88. งบการเงินรวม
 89. งบการเงินรวม
 90. งบการเงินรวม
 91. งบการเงินรวม
 92. งบการเงินรวม
 93. งบการเงินรวม
 94. งบการเงินรวม
 95. งบการเงินรวม
 96. งบการเงินรวม
 97. งบการเงินรวม
 98. งบการเงินรวม
 99. งบการเงินรวม
 100. งบการเงินรวม



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
รับที่..... 1251/48
วันที่..... - 2 ก.ย. 2548
เวลา..... 15.30 น.

หน่วยงาน สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โทรศัพท์ 4229 โทรสาร 4220

ที่ ศร 5614(22)/248

วันที่ 3/ สิงหาคม 2548

เรื่อง ขอส่งสำเนาหลักฐานโครงการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

อ้างถึงหนังสือที่ ศร 5621/683 ลงวันที่ 22 สิงหาคม 2548 เรื่อง การตรวจสอบหลักฐานโครงการวิจัย
นั้น ทางหัวหน้าโครงการ "อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์" โดย อาจารย์ อุษณีย์
กิตกำธร ได้ดำเนินการตามที่แจ้งเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อขอส่งหลักฐาน ดังนี้

1. สำเนาหลักฐานการโอนเงินเข้าบัญชี มทส.
2. สำเนาสมุดบัญชีโครงการ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

๒3๒ ฐานฐาน

๒๓๐๘๓๓๓๓๓๓

5 ก.ย. 48

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แสงอาทิตย์)

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ปฏิบัติการแทนคนบตี



สงท 7-713-45-12-45

บันทึกข้อความ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถานวิจัย
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
รับที่ 42612๗ จ
วันที่ 30 ส.ค. 2548
เวลา 11.00 น.

หน่วยงาน ฝ่ายธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์/โทรสาร 4750
ที่ ศร 5621/๖83 วันที่ 22 สิงหาคม 2548
เรื่อง การตรวจสอบหลักฐานโครงการวิจัย

เรียน หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ตามที่มหาวิทยาลัย ได้จัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2545 ให้กับโครงการวิจัย เรื่อง “อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวอสเทมเปอร์” จำนวนเงิน 50,000 บาท (ห้าหมื่นบาทถ้วน) โดย อาจารย์อู๋ณณีย์ กิตกำธร เป็นหัวหน้าโครงการ นั้น

สถาบันวิจัยและพัฒนา ได้ตรวจสอบหลักฐานการใช้จ่ายเงินเพื่อการวิจัยดังกล่าว ในการนี้จึงใคร่ขอแจ้งผลการตรวจสอบหลักฐานดังกล่าว ดังต่อไปนี้

1. ใบเสร็จรับเงินที่เกิดขึ้นจากการวิจัย เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 39,604.20 บาท (สามหมื่นเก้าพันหกร้อยสี่บาท ยี่สิบสตางค์) ดังนั้น หัวหน้าโครงการจะต้องดำเนินการทางด้านการเงิน ดังนี้
 - 1.1 จำนวนเงินคงเหลือจากการวิจัย จำนวน 10,395.80 บาท
 - 1.2 จำนวนเงินดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นจากบัญชีโครงการทั้งหมด ได้แก่
 - 1.2.1 ดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานวิจัยถึง ณ วันที่ 31 กรกฎาคม 2548 จำนวน 260.29 บาท
 - 1.2.2 ดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นหลังจากวันที่ 31 กรกฎาคม 2548 และ ดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นจากการปิดบัญชี (ถ้ามี)
2. จากข้อ 1.1 และ 1.2 หัวหน้าโครงการจะต้องดำเนินการโอนเงินจากบัญชี มทสโครงการอิทธิพลของทองแดง เลขที่บัญชี 707-2-15511-8 ประเภทบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ สาขาออมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โอนเข้าบัญชี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่บัญชี 580-2-15772-8 ประเภทบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ สาขามุขมนตรี
3. จัดส่งหลักฐานโดยรับรองสำเนาถูกต้อง มายังสถาบันวิจัยและพัฒนา ดังนี้
 - 3.1 หลักฐานการโอนเงินเข้าบัญชีตามข้อ 2
 - 3.2 สำเนาสมุดบัญชีโครงการหน้าที่มีความเคลื่อนไหวของเงินทั้งหมดจากการปิดบัญชีเรียบร้อยแล้ว (หัวหน้าโครงการจะต้องขอสำเนาจากธนาคาร เนื่องจากธนาคารจะเก็บสมุดบัญชีไว้และไม่ส่งกลับคืนหัวหน้าโครงการ)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการด้วยจกขอบคณยัง

(รองศาสตราจารย์ น.ท. ดร.สราวุฒิ สุจิตกร)

รักษาราชการแทนผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนาเรียน อาจารย์อู๋ณณีย์ กิตกำธร

30๘๐.๔๖

	INT	++++++112.39		
25/12/02	TAX	-----0.00	*****25,618.39	0000A
08/04/03	CWD	-----25,000.00	*****618.39	1050B
29/05/03	XDN	+++++25,000.00	*****25,618.39	1183B
	INT	++++++125.82		
25/08/03	TAX	-----0.00	*****25,744.21	0000A
09/07/03	CWD	-- --25,000.00	*****744.21	1050A
25/12/03	IN	++++++10.00	*****754.89	0000A
25/06/04	IN	++++++12.83	*****757.72	0000A
18/09/04	X2	-----50.00	*****707.72	0000A
16/10/04	X2	-----50.00	*****657.72	6000A
20/11/04	X2	-----50.00	*****607.72	8000A
25/12/04	IN	++++++0.92	*****608.64	0000A
31/12/04	FE	-----50.00	*****558.64	0000A
31/01/05	FE	-----50.00	*****508.64	0000A
28/02/05	FE	-----50.00	*****458.64	0000A
31/03/05	FE	-----50.00	*****408.64	0000A
30/04/05	FE	-----50.00	*****358.64	0000A
31/05/05	FE	-----50.00	*****308.64	0000A
25/06/05	IN	++++++1.65	*****310.29	0000A



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา	
วันที่	16/9/๕๗
วันที่	16 พ.ย. 2547
เวลา	10.30 น.

หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โทรศัพท์ 4481 โทรสาร 4220
ที่ ศร 5614(13)/143 วันที่ 9 พฤศจิกายน 2547
เรื่อง ขอยยาระยะเวลาการส่งเอกสารการใช้จ่ายในงานวิจัยของอาจารย์อุษณีย์ กิตกำธร

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัยสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์)

อ้างถึงหนังสือที่ ศร 5621/745 ลงวันที่ 5 ตุลาคม 2547 สถาบันวิจัยและพัฒนาได้แจ้งให้อาจารย์อุษณีย์ กิตกำธร เจ้าของงานวิจัยเรื่อง “อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวอสเทมเปอร์” ส่งเอกสารค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนั้น สาขาวิชาฯ ได้ดำเนินการแจ้งเรื่องดังกล่าวให้อาจารย์อุษณีย์ กิตกำธร ทราบแล้ว และอาจารย์อุษณีย์ กิตกำธร ได้ตอบกลับมายังสาขาวิชาฯ โดยขอยยาระยะเวลาในการส่งเอกสารการใช้จ่ายในงานวิจัยภายใน ปี 2548 ตามรายละเอียดในเอกสารแนบมาด้วยนี้

สาขาวิชาฯ จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

②

เรียน ผู้อำนวยการ
เพื่อโปรดพิจารณา

(อาจารย์ ดร.ณรงค์ อัครพัฒนากุล)
หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ

(ผศ. ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
16 พ.ย. 2547

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แสงอาทิตย์)
หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

③

เรียน ผู้อำนวยการ
เพื่อโปรดพิจารณา
mhu
17 พ.ย. ๕๗

คณบดี
คณบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

X-Originating-IP: [24.177.11.56]

X-Originating-Email: [u_kitkamthorn@hotmail.com]

X-Sender: u_kitkamthorn@hotmail.com

From: "Usanee Kitkamthorn" <u_kitkamthorn@hotmail.com>

To: aimon@ccs.sut.ac.th

Bcc:

Subject: บันทึกข้อความ

Date: Tue, 09 Nov 2004 00:49:01 -0500

X-OriginalArrivalTime: 09 Nov 2004 05:50:01.0901 (UTC) FILETIME=[F45985D0:01C4C61F]

เรียน คุณเอมอร ก่อเกียรติสกุล

ตามที่ได้รับหนังสือแจ้งเรื่องการส่งรายงานวิจัยเรื่อง
อิทธิพลของทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์ พร้อมทั้งปิดบัญชีโครงการวิจัย
เนื่องจากลาศึกษาต่อต่างประเทศและเอกสารใบเสร็จรับเงินต่างๆ
นั้นอยู่ที่ประเทศไทย จึงไม่สามารถที่จะดำเนินการในเรื่องของบัญชีได้ ณ ขณะนี้
ในส่วนของการรายงานได้จัดทำเสร็จสมบูรณ์แล้ว
ขอความกรุณาช่วยทำบันทึกถึงสถานวิจัยขอเลื่อนการปิดบัญชีออกไป
ทั้งนี้คาดว่าจะสามารถดำเนินการให้แล้วเสร็จได้ภายในปี 2548
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง

วุฒิชัย กิตติ์การ

Don't just search. Find. Check out the new MSN Search!

<http://search.msn.click-url.com/go/onm00200636ave/direct/01/>

670.2547



บันทึกข้อความ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร.4750
 ที่ ทม 5121/ A34 วันที่ 21 สิงหาคม 2545
 เรื่อง การกั้นเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อเบิกจ่ายในปีงบประมาณ พ.ศ.2546 (เพิ่มเติม)

เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี

สถาบันวิจัยและพัฒนา ขอแจ้งการกั้นเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อเบิกจ่ายในปีงบประมาณ พ.ศ.2546
 เพิ่มเติม จำนวน 1 โครงการ จำนวน 50,000 บาท (ห้าหมื่นบาทถ้วน) ซึ่งจักได้ดำเนินการจัดสรรก่อนสิ้นปีงบประมาณ
 พ.ศ. 2545 (ตามเอกสารที่แนบ) ดังนี้

สำนักวิชา	หัวหน้าโครงการ	ชื่อโครงการ	ปีงบประมาณ	จำนวนเงิน
- วิศวกรรมศาสตร์	อาจารย์ อุษณีย์ กิตติการ	- อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็ก หล่อเหนียวออสเทนเปออร์	2545	50,000

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้แล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.สำเนา ชาติเสนะ)

รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

รักษาราชการแทนผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา



สำนักงานอธิการบดี
วันที่ 1004
วันที่ 23 พ.ค. 2545
เวลา 10.45 น.

บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สำนักงานอธิการบดี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
วันที่ 1694/45
วันที่ 23 พ.ค. 2545
เวลา 9.30

หน่วยงาน ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์ 4753 โทรสาร 4750
ที่ ทม 5121/ ๕9 วันที่ ๒๒ พฤษภาคม 2545
เรื่อง ขออนุมัติยกเลิกโครงการวิจัย

เรียน อธิการบดี

เนื่องด้วยอาจารย์สามารถ บุญอาจ สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง "เครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็กสำหรับครัวเรือน" ซึ่งได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2545 จำนวน 50,000 บาท (ประเภทเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อสนับสนุนการสร้างและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ ทำสัญญาได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยเมื่อเดือนมกราคม 2545) ได้แจ้งความประสงค์ขอยกเลิกโครงการวิจัย เนื่องจากได้ลาศึกษาต่อระดับปริญญาเอกสาขาวิศวกรรมเครื่องกล ที่ มทส. โดยยินดีจะคืนเงินที่ได้รับจัดสรรทั้งหมด

คณะกรรมการพิจารณาโครงการและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัย (เอกสารแนบท้าย) ซึ่งมีหน้าที่ในการพิจารณาและอนุมัติโครงการวิจัย ได้พิจารณาเหตุผลความจำเป็นในการขอยกเลิกโครงการวิจัยแล้วมีมติให้เสนอขออนุมัติ ดังนี้

1. ขอยกเลิกโครงการวิจัย เรื่อง "เครื่องสีข้าวกลึงขนาดเล็กสำหรับครัวเรือน" โดยให้หัวหน้าโครงการส่งคืนเงินทั้งหมดที่โอนเข้าบัญชีโครงการวิจัยแล้วพร้อมทั้งดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นในบัญชีโครงการวิจัยคืนแก่มหาวิทยาลัย

2. ขออนุมัตินำวงเงินจำนวน 50,000 บาท ที่ได้จัดสรรให้โครงการวิจัยในข้อ 1 ไปสมทบจัดสรรให้แก่อาจารย์ที่เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการจัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัย ประเภทเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อสนับสนุนการสร้างและพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2545 ต่อไป (ซึ่งขณะนี้ มีคณาจารย์ที่ส่งโครงการวิจัยเพื่อขอรับการจัดสรรเงินอุดหนุนดังกล่าวด้วยแล้ว)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สำเนา ผาดีเสนาะ)

รองผู้อำนวยการฯ

ศาสตราจารย์ ดร. สำเนา ผาดีเสนาะ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทวี เลิศปัญญาวิทย์)

อธิการบดี

(รองศาสตราจารย์ ดร. เกษม ปราบปรูปดุง)

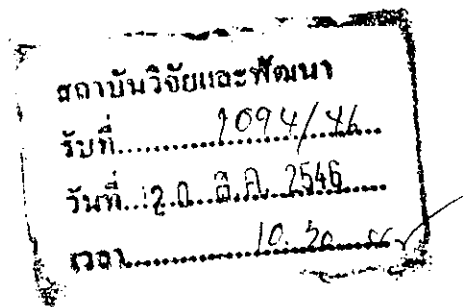
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ

๒๓.๕๕

- ชื่อ นามสกุล นามสกุล



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



หน่วยงาน สาขาวิศวกรรมโลหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โทรศัพท์ 4481 โทรสาร 4220
ที่ ศร 5614(13)/ 93 วันที่ 14 สิงหาคม 2546
เรื่อง ขอลื่อนระยะเวลาการส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์และสรุปรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัยสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์)

ตามที่ดิฉันได้รับทุนสนับสนุนวิจัยในหัวข้อเรื่อง อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวอสเทมเปอร์ ซึ่งระยะดำเนินการตั้งแต่เดือนตุลาคม 2545 – เดือนกันยายน 2546 บัดนี้ งานวิจัยดังกล่าวในส่วนของทางทดลองได้เสร็จสิ้นแล้ว และขณะนี้อยู่ในช่วงของการสรุปผลและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ แต่เนื่องด้วยดิฉันได้รับทุนศึกษาต่อระดับปริญญาเอก โดยเดินทางไปศึกษาตั้งแต่ 15 สิงหาคม 2546 ดิฉันจึงใคร่ขอลื่อนระยะเวลาในการส่งรายงานฉบับสมบูรณ์และสรุปรายละเอียดค่าใช้จ่ายเงินออกไป และจะรีบดำเนินการโดยเร็วที่สุด ทั้งนี้ ดิฉันได้แนบบทความวิชาการที่เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้มาด้วย ซึ่งจะเผยแพร่ในงานประชุม The 8th ASIAN FOUNDRY CONGRESS ในเดือนตุลาคม 2546 นี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(อาจารย์อุษณีย์ กิตกัทร)

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แสงอาราม)
หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ณ วันที่ 12 ตุลาคม 2546 ที่
วันส่งมอบงานฉบับสมบูรณ์
อธิการ

20 ส.ค. 46

Microstructure and Mechanical Properties of Copper Alloyed Austempered Ductile Iron

USANEE Kitkamthorn* and ITTIPON Diewwanit**

- * Lecturer, School of Metallurgical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Thailand
Tel: 664-4-224481, Fax: 664-4-224220, E-mail: usanee@ccs.sut.ac.th
- ** Assistant Professor, Department of Metallurgical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Thailand
Tel: 662-2-186946, Fax: 662-2-186946, E-mail: fmtidw@kankrow.eng.chula.ac.th

ABSTRACT

Microstructure and mechanical properties of copper alloyed austempered ductile iron were investigated. The standard tensile specimens were austenitized at 900°C for 60 minute and then austempered at 300°C and 340°C for a range of times 60-6000 second. Results showed that amount of bainitic ferrite and retained austenite increase with increasing austempering time. The transformation of the higher content of copper alloyed iron shows significant in the difference of microstructure between eutectic cell and intercellular boundary. The yield stress and ultimate tensile stress and %elongation increase with increasing austempering time. The high strength austempered ductile iron was satisfy the standard ASTM A897M:1990. by austempering at 300°C but austempering at 340°C can not produce the more ductile grade of ASTM standard. The Microstructure revealed that the amounts of bainitic ferrite, martensite and retained austenite are in good agreement with the tensile properties.

Key words: Copper alloyed austempered ductile iron, bainitic ferrite, retained austenite

1. INTRODUCTION

Austempered ductile iron (ADI) is one of the most significant development in ductile cast iron technology. A mixture of bainitic ferrite and retained austenite along with the graphite nodules is obtained after the austempering process. The combination of these phases offers the superior high strength-to-weight ratio, good toughness, ductility and high wear resistance and hence, a wide range of properties can be produced in austempered ductile irons by changing the heat treatment condition.

It is widely known that phase transformation during austempering process in cast iron can be divided into two stages. In stage I, bainitic ferrite nucleates and grows into austenite and carbon is rejected into austenite during the bainitic transformation. As the austempering time increase, high carbon austenite eventually breaks down to the more thermodynamically stable ferrite and carbide in stage II.¹⁻² The bainitic ferrite morphology and relative amounts of bainitic ferrite and high carbon austenite depend on both of the austempering temperature and time. At lower austempering temperature, the bainitic ferrite are finer. The change in the amounts of different microstructural with the austempering time is showed in Figure 1. The amount of retained austenite increases during stage I and reaches a plateau at the end of stage I. When the stage II starts, high carbon austenite begins to transform into ferrite and carbide and the amount of retained austenite decreases.³

The above picture of austempering process is in the case of homogeneous matrix structure, which is never found in practice. Heterogeneous matrix structure is naturally created. The stage I reaction occurs in the eutectic cell close to the graphite nodule before the intercellular boundary. However, stage I in the unalloyed iron is usually completed in both areas before the stage II reaction start and a processing window exists for a wide range of austempering temperature.⁴⁻⁶

However, the unalloyed iron is not possible to use for large section casting. Alloying additions are required to improve the hardenability to avoid the pearlite formation during quenching. Many studies show that Mo, Mn, Ni, and Cu are the potency of alloying additions decreases in the order. The most widely use of austempered ductile iron are alloyed with those alloying elements. This is one of the reasons of the higher cost of ADI. However, to save the cost, the austempering of copper alloyed without nickel is an alternative for commercially use, therefore, the objective of this study is to report the microstructure development and the mechanical properties of copper alloyed ductile iron and to compare the mechanical properties with the ADI standard.

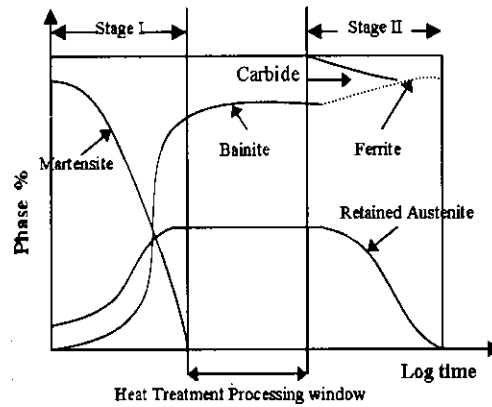


Figure 1. Schematic representation of change in microstructure with the austempering time

2. EXPERIMENTAL PROCEDURE

Two different compositions of Ductile cast iron in Table 1 were casted in the form of keel block as the dimension shown in Figure 2. To investigate the microstructure of casting and microstructure change of austempered iron, the specimens with dimension 20x20x15 mm. were cut from the center of the bottom section of the keel block. The specimens were subjected to the austenitizing at 900°C for 60 minutes under the Ar atmosphere and then quench into salt bath at the austempering temperature of 300°C and 340°C. The austempering times were in the range 60-6000 second. After austempering, the specimens were then air cooled. The mechanical properties of austempered iron were determined by rockwell hardness, and tensile testing. Two standard tensile test pieces were machine from each bottom section of the keel blocks. Tensile test was performed on a 250 kN Instron 8802 universal testing machine. At least two samples of each condition were tested at the test speed of 3 mm/minute. Scanning electron microscope (SEM) with energy dispersive x-ray spectroscopy (EDAX) were use to investigate the segregation of alloying elements.

Table 1: Chemical compositions of two different iron alloys

Alloy	C	Si	Cu	Mn	Mo	Ni	Cr	P	S	Bal.
A	3.17	2.67	0.75	0.55	0.14	0.017	0.04	0.016	0.025	Fe
B	3.14	2.71	1.37	0.59	0.14	0.018	0.04	0.017	0.018	Fe

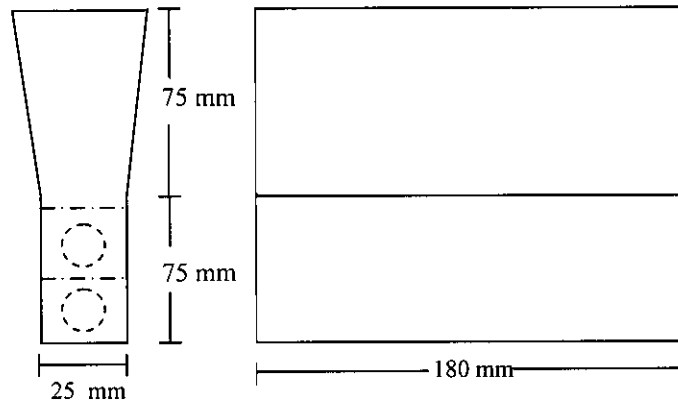


Figure 2. Keel block size and location of tensile test specimens.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Microstructure Before Austempering

An as cast of iron alloy A contains 16% ferrite and 84% ferrite in the matrix. The average nodule count is 84 mm^{-2} . In alloy B, the average nodule count is 81 mm^{-2} and the matrix contains 8% ferrite and 92% pearlite. Pearlite is almost 100% in these alloys because the effect of copper addition. Figure 3a show bullseye microstructure of iron alloy A and Figure 3b -3e are the linescan plots showing the distribution of Si, Cu, Mn and Mo, respectively, between two graphite nodules. More concentration of Si and Cu are found in the area close to graphite nodule in the center of eutectic cell. Mn and Mo show the positive segregation, more Mn and Mo are found in the intercellular boundary.⁷⁻⁹ After austenitising at 900°C for 60 minutes, The segregation of alloying elements still exists as shown in Figure 4. This indicated that the matrix is heterogeneous in the alloyed iron.

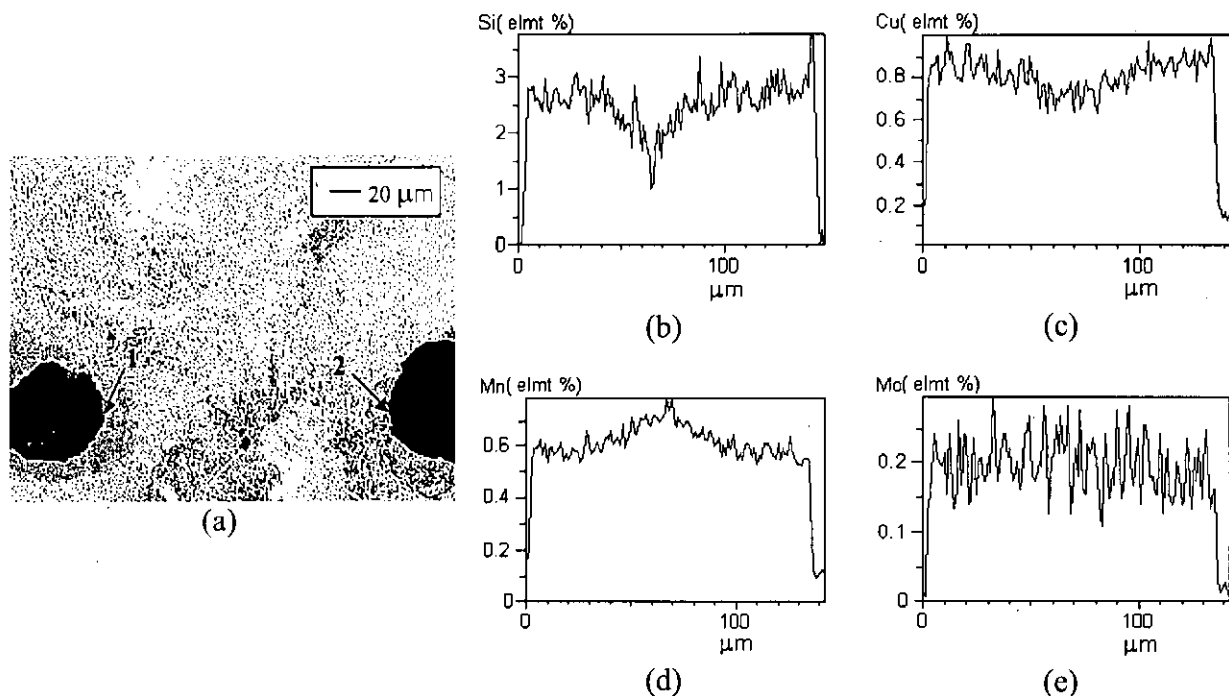


Figure 3. Microstructure of as-cast iron alloy A (a) and linescans between two graphite nodules from point 1 to 2 (b-e)

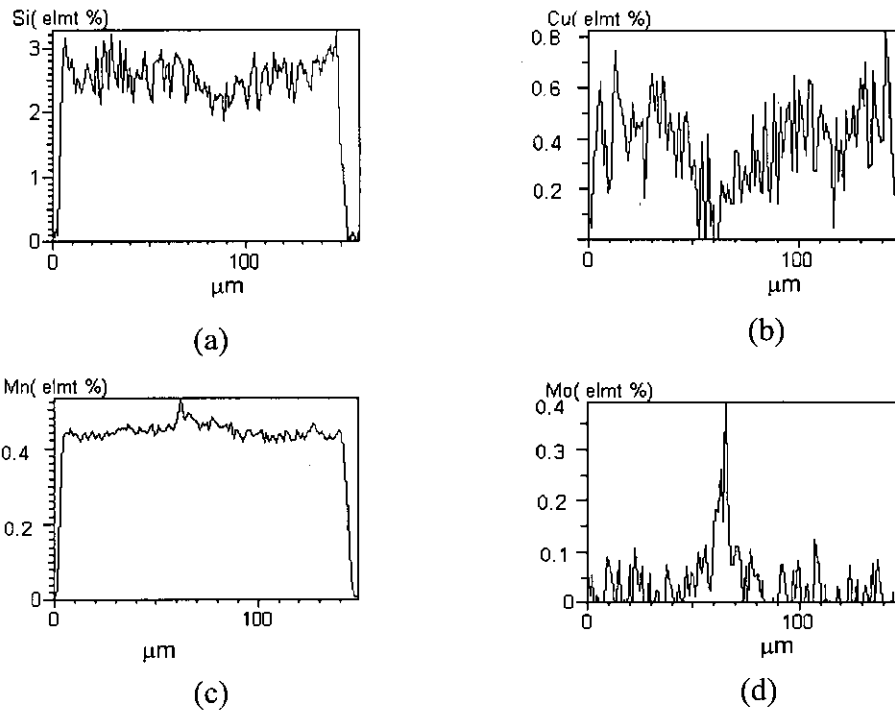


Figure 4. Linescans between two grahite nodules in iron alloy A after austenitising at 900°C for 60 minute.

3.2 Microstructure Change and Variation of Mechanical Properties with Austempering Time

The microstructures of iron alloy A austempered at 300°C and 340°C are showed in Figure 5 and 6. Asustempering for 60 second, the matrix is mostly martensitic and the small amount of bainitic ferrite occured at the area closed to the graphite nodules. Amounts of bainitic ferrite and retained austenite of both alloyed iron A and B increase with increasing austempering time. The microstructure of iron alloy A austempered at 300 °C and 340 °C with 2400 second in Figure 6c reveals that the stage I almost completed. The undercooling for nucleation of specimen austempered at higher isothermal transformation temperature is smaller and a fewer platelet nucleated, resulting in coarse bainitic ferrite structure⁷⁻⁸

Figure 7 and 8 show the microstructure of iron alloy B austempered at 300°C and 340°C. The microstructure change of austempered iron alloy B with austempering time is as same as of alloy A. However, it is clearly showed that at the 360 second, the intercellular region of austempered alloy B has a different structure compare with the eutectic cell. In the intercellular areas, stage I reaction is delayed because of higher content of Cu in alloy B and the segregation during solidification result in the enrichment of Mn and Mo. However, the stage I reaction continues grow into the austenite with increasing austempering time and carbon concentration in the reacted austenite increase until it reaches the T_0 curve (Figure 9) at which bainitic ferrite is not form because the retained austenite is most stabilized by carbon.¹⁰ The intercellular areas of austempered iron alloy B decrease with increasing austempering time and stage I was almost completed when the austempering time was 4800 second for austempering at 300°C but the intercellular areas still exist after the austempering time reached 6000 second for austempering at 340°C.

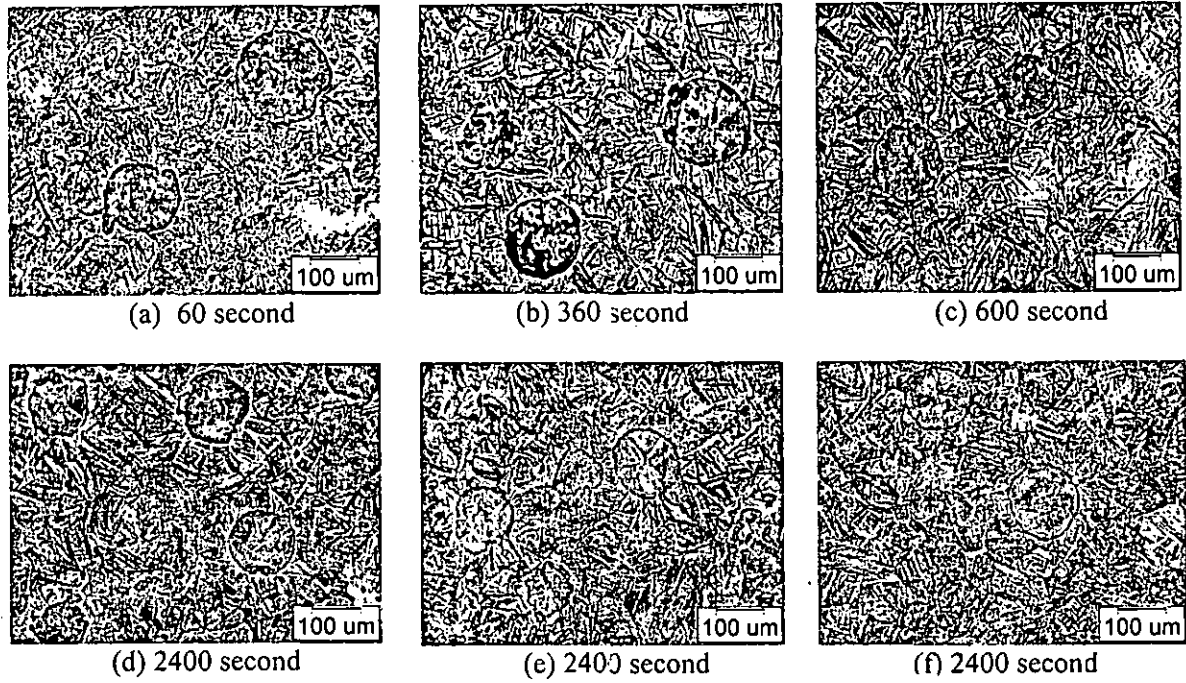


Figure 5. Microstructure of iron alloy A austempered at 300°C for various austempering time

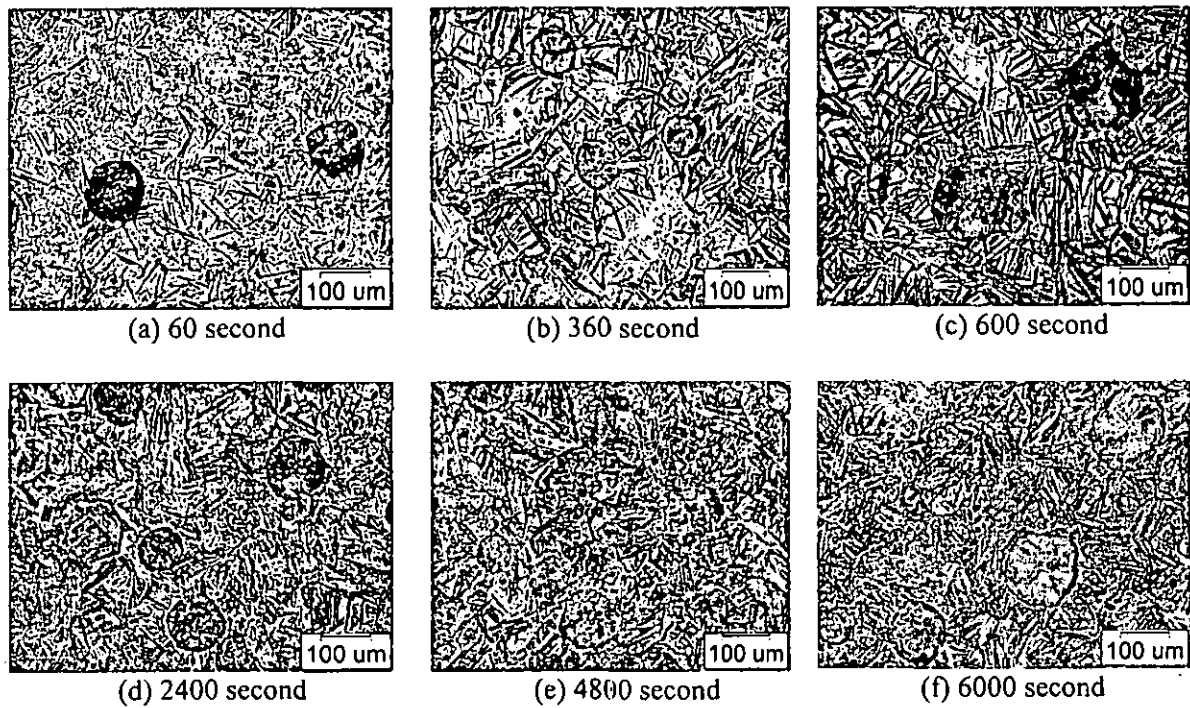


Figure 6. Microstructure of iron alloy A austempered at 340°C for various austempering time

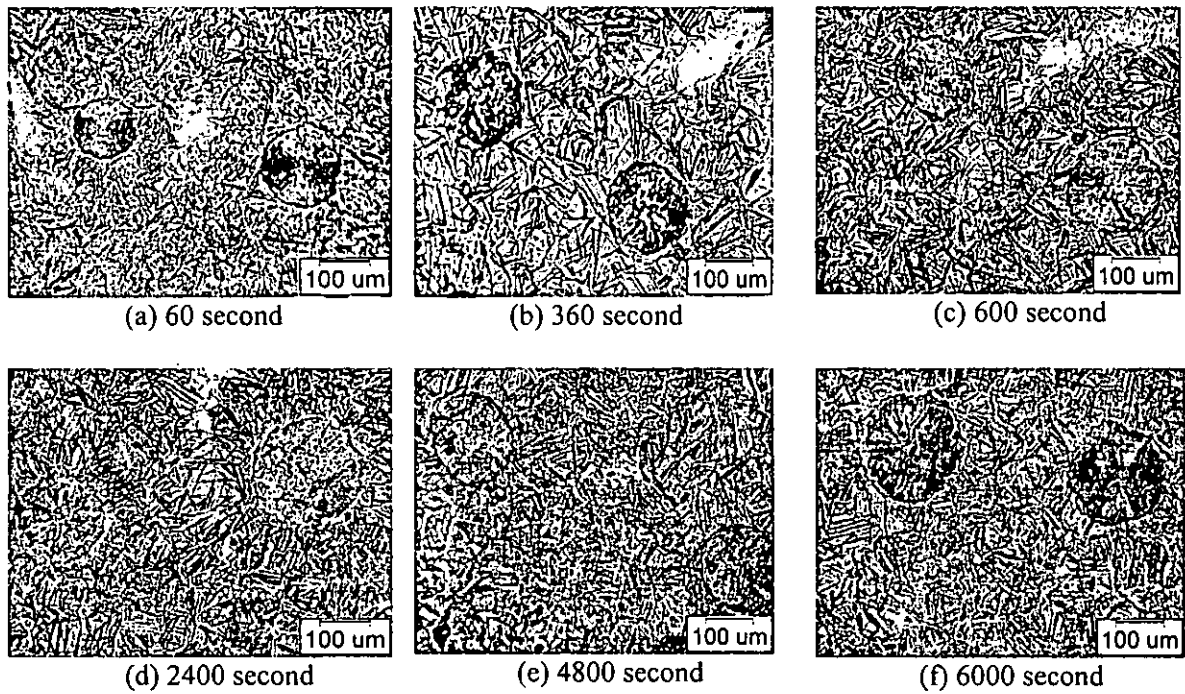


Figure 7. Microstructure of iron alloy B austempered at 300°C for various austempering time

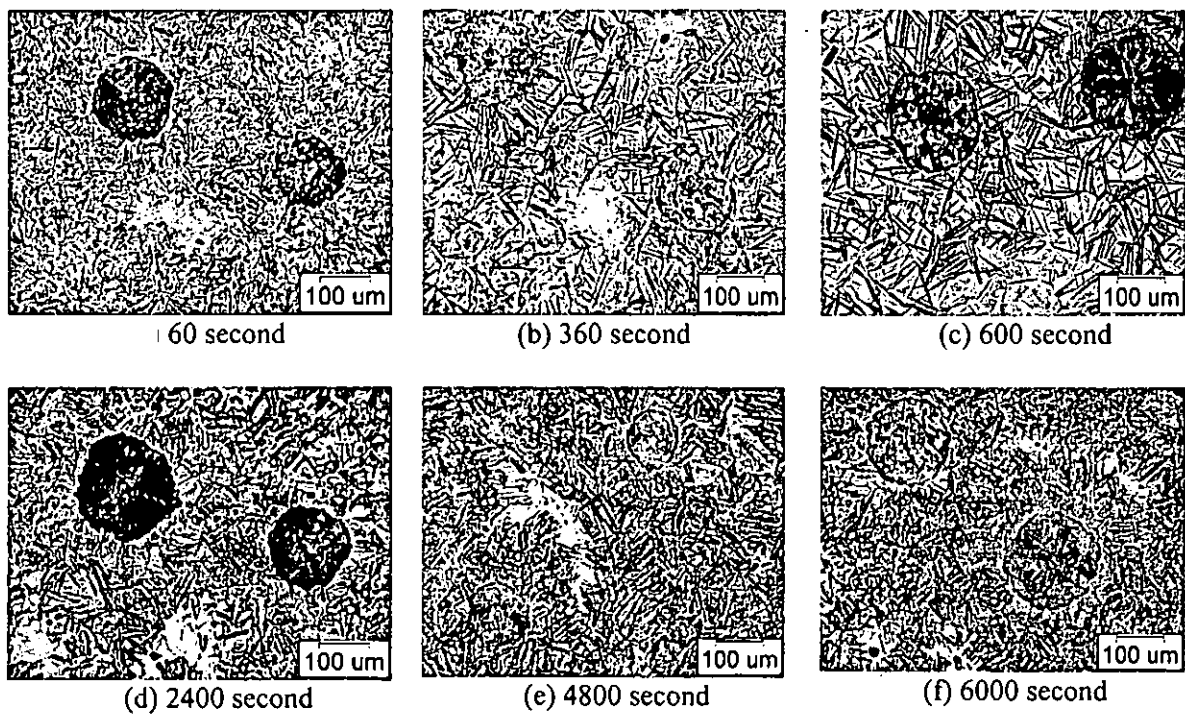


Figure 8. Microstructure of iron alloy A austempered at 340°C for various austempering time

3.3 Microstructure Change and Variation of Mechanical Properties with Austempering Temperature.

The microstructure of iron alloyed A austempering at 340°C and 300°C for the same period of austempering time shows that the bainitic ferrite structure is slightly finer for lower austempering temperature and at short austempering time, the matrix of iron austempered at 300°C contain more amount of martensite than the matrix of iron austempered at 340°C. The alloy A austempered at lower transformation temperature produce higher hardness, yield stress and UTS for all austempering time while the austempering temperature has not much effect on %elongation. The higher in yield stress and UTS at lower austempering temperature is due to the finer bainitic ferrite structure, higher carbon in bainitic ferrite and higher fraction of bainitic ferrite.

The microstructure of iron alloy B austempered at 340°C and 300°C for the short austempering time in Figure 7 and 8 shows that the untransformed austenite exists in the intercellular areas. The amounts of intercellular area in 340°C austempering temperature samples are higher than that of 300°C austempering temperature samples. This cause by the delay of stage I reaction at 340°C. At the austempering time of 6000 second for austempering at 300°C, the matrix consists of the mixture of bainitic ferrite and retained austenite and the intercellular region was is not observed because the stage I was merely completed. The intercellular areas still exist in specimen austempered at 340°C for 6000 second. This also confirmed that stage I reaction of iron alloy B at 340°C is delayed. The mechanical properties of alloy B austempered at lower temperature also produce higher hardness, yield stress and UTS. For short austempering time, %elongation of austempering at 340°C is lower than that of austempering at 300°C. This due to higher amount of martensite phase as the delay effect of stage I reaction in higher austempering temperature iron.

3.4 Effect of Copper on the Microstructure and Mechanical Properties of Austempered Ductile Iron

For short austempering time, the difference of structure between eutectic cell and intercellular region of iron alloyed B austempered at 300°C is observed while this is not clearly observed in iron alloyed A. The stage I of bainitic reaction started in the eutectic cell near graphite nodules leading to the difference in structure at different areas. In the intercellular areas, untransformed austenite transformed to martensite during aircooled, therefore, the yield stress, UTS of iron alloy B are higher and %elongation is lower than those of iron alloy A. As the austempering time increase, the amount of bainitic ferrite and retained austenite increase while the intercellular areas in both iron alloys A and B decrease. This change in microstructure leading to increase the %elongation.

The difference of structure between eutectic cell and intercellular region is significantly observed in higher isothermal transformation temperature and higher %Cu in iron alloy. Austempering at 340°C for short austempering time, the %elongation of iron alloy B is lower than alloy A because of the large intercellular areas in alloy B. However, increasing austempering time, the %elongation of alloy B austempered at 340°C is higher. This due to the decreasing of intercellular areas and the large effect of high Cu in austenite on the thermodynamically stable of transformed austenite which ceases to transform to bainitic ferrite and was not transformed to martensite during air cooled. Therefore the retained austenite in alloy B is higher than in alloy A.

3.5 Comparison of Mechanical Properties to Standard Properties

Figure 11 show the mechanical properties of austempered iron in this study compare with the ASTM A897M:1990 stadard. Iron austempering at 300oC satisfied the high strength standard grade. Austempering at 340°C produce more ductile iron but does not satisfied ASTM standard.

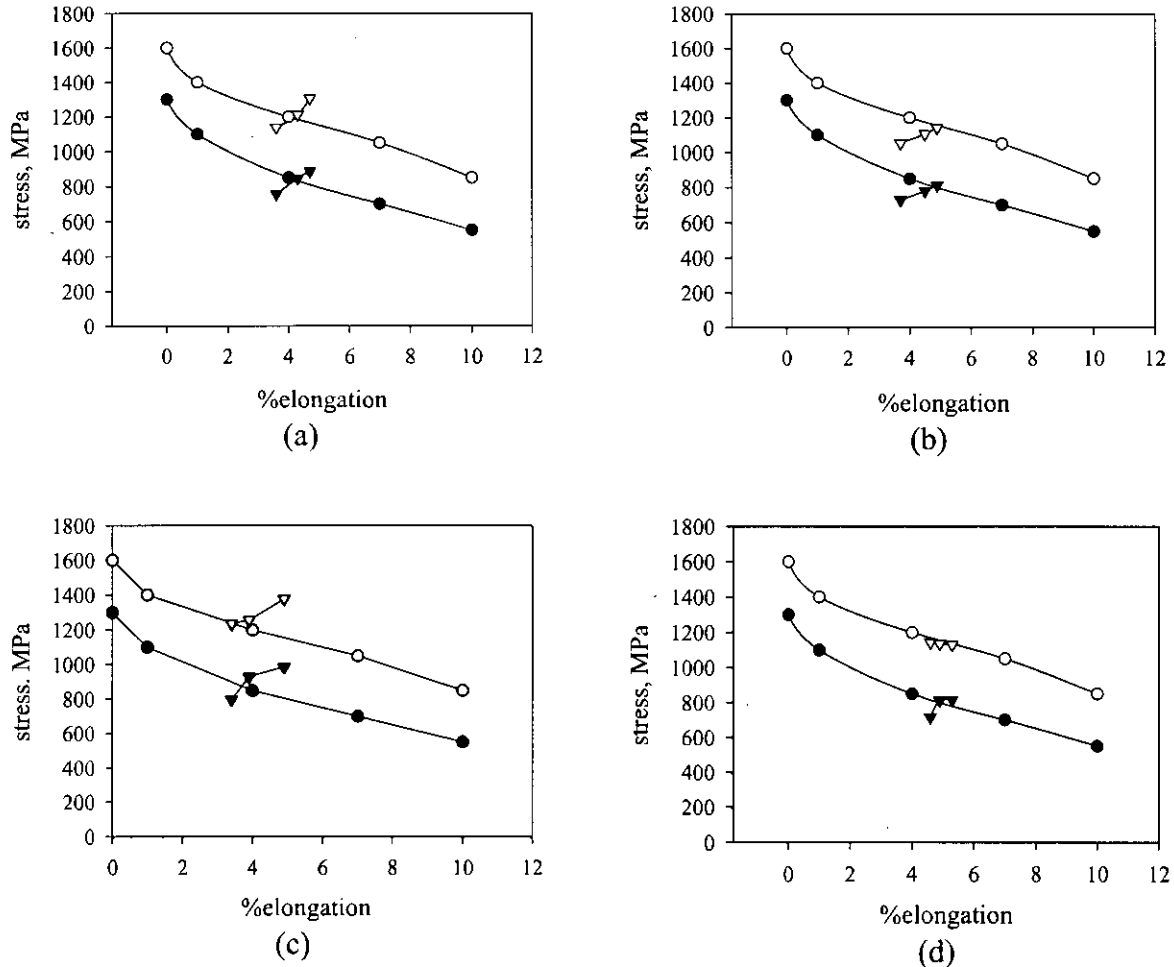


Figure 11. Yield stress (▼)and UTS (v) of iron alloy A austempered at 300 °C (a) and 340°C (b) and iron alloy B austempered at 300 °C (c) and 340°C (d) for 2400, 4800 and 6000 second. (● indicate yield stress of ASTM standard and ○ indicate UTS of ASTM standard)

4. CONCLUSIONS

The mechanical properties of copper alloyed ductile iron having composititon A and B in this experiment are satisfy Grade 3 of Standard ASTM A897M:1990 by austempering at 300°C for 4800 and 6000 second but both iron alloys austempered at 340°C for a period of 60-6000 second fail to satisfy standard grades of ASTM A897M:1990 when austempering at 340°C. The yield stress and UTS reach the ductile standard grade but the % elongation is lower than the standard. The poor ductility in these copper alloyed ductile iron austempered at 340°C is probably due to the delay of stage I in the intercellular areas. The untransformed austenite in the intercellular areas can transform to brittle martensite during air cooled. However, the % elongation of copper alloyed ductile iron austempered at 340°C tend to continue increase with increasing time over 6000 second but there is no investigation in this study.

5. REFERENCES

1. J. Achary & D. Venugopalan, Metall. Mater. Trans., 31A, 2000, pp. 2575-2587.
2. C.H. Chang & T.S. Shihi, AFS Trans., 1994 pp. 357-365
3. M.A. Yescas, H.K.D.H. Bhadeshia and D.J. MacKay, Mater. Sci. Eng., A311, 2001, pp. 162-173.
4. N. Darwish and R. Elliott, Mater. Sci. Technol., 9, 1993, p. 572.
5. N. Darwish and R. Elliott, Mater. Sci. Technol., 9, 1993, p. 586.
6. N. Darwish and R. Elliott, Mater. Sci. Technol., 9, 1993, p. 572.
7. H. Bayati and R. Elliott, Mater. Sci. Technol., 11, 1995, p. 284.
8. H. Bayati and R. Elliott, Mater. Sci. Technol., 11, 1995, p. 118.
9. A. Nazarboland and R. Eilliott, Int. J. Cast Metal Res., 1997, 10, pp. 87-97.
10. M.A. Yescus and H.K.D.H. Bhadeshia, Mater. Sci. Eng., A333, 2002, pp. 60-66.

28/02/02 120

*****500.00 *****500.00 1059K

28/02/02 120

*****500.00 *****500.00 1059K

INT

*****118.39

25/12/02 TAX

-----0.00

*****25,618.39 0000A

08/04/03 CWD

-----25,000.00

*****618.39 1059B

29/05/03 XDN

*****25,000.00

*****25,618.39 1183B

INT

*****125.82

25/06/03 TAX

-----0.00

*****25,744.21 0000A

09/07/03 CWD

-----25,000.00

*****744.21 1059A

25/12/03 IN

*****10.68

*****754.09 0000A

25/06/04 IN

*****2.83

*****757.72 0000A

18/09/04 X2

-----50.00

*****707.72 6000A

16/10/04 X2

-----50.00

*****657.72 6000A

20/11/04 X2

-----50.00

*****607.72 6000A

25/12/04 IN

*****0.92

*****608.64 0000A

31/12/04 FE

-----50.00

*****558.84 0000A

31/01/05 FE

-----50.00

*****508.64 0000A

28/02/05 FE

-----50.00

*****458.64 0000A

31/03/05 FE

-----50.00

*****408.64 0000A

30/04/05 FE

-----50.00

*****358.64 0000A

31/05/05 FE

-----50.00

*****308.64 0000A

25/06/05 IN

*****1.65

*****310.29 0000A

รายงานผลการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
Research Expenditure Report

1. โครงการวิจัยเรื่อง อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์

Name of Project

2. ชื่อหัวหน้าโครงการ อ.อุษณีย์ ถิศาการ

สำนักวิชา วิศวกรรมศาสตร์

Name of Project

Institute of

3. ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2545 ทั้งสิ้น 50,000 บาท

Received University Research Fund for Fiscal Year

for the amount of baht

โดยได้รับเงินจากมหาวิทยาลัยครั้งล่าสุดและใช้จ่ายไปแล้ว ดังนี้

with the most recent payment from the university and actual expense as follows:

☒ งวดที่ 2 ได้รับเงิน 25,000.00 บาท ใช้จ่ายจริงไปทั้งสิ้น 12,549.00 บาท

Installment no. Total amount receive

baht Total amount spent

baht

☐ ค่าครุภัณฑ์ ได้รับเงิน

บาท ใช้จ่ายจริงไปทั้งสิ้น

บาท

Equipment (expense) allocation

baht Total amount spent

baht

ดังรายละเอียดต่อไปนี้

รายการค่าใช้จ่าย Expenditures	งบประมาณ (บาท)				หมายเหตุ Notes
	ได้รับจัดสรร ตลอดปี Allocation for the whole year	เบิกจ่ายแล้วใน งวดก่อน Previous Installment activated	เบิกจ่ายในงวดนี้ Installment to be activated this time	คงเหลือเบิกจ่าย ครั้งต่อไป Remaining funds to be activated	
ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย (แสดงรายละเอียด) Temporary Wages (Show details)					
รวม Total			-	-	
ค่าตอบแทน ใช้สอย และวัสดุ ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด) Compensation, Service Contracting and nonrenewable materials expenses (Show details)				-	
- ค่าพาหนะ	4,000	1,570.00	1,128.00	442.00	
- ค่าเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์/ทดสอบและ ค่าวิเคราะห์/ทดสอบ	13,000	9,700.00	9,061.00	639.00	
- ค่าโลหะ	15,000	10,700.00		10,700.00	
- ค่าวัสดุตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค	4,000	2,748.20	1,280.00	1,468.20	
- ค่าลดความชื้นและความร้อนและความร้อน	4,000.00	1,748.00		1,748.00	
- ค่ากำจัดความเครียด	5,000.00			0.00	
- ค่าวัสดุสำนักงานและค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	5,000.00	589.00	1,080.00	-491.00	
รวม Total	50,000.00	27,055.20	12,549.00	14,506.20	
ค่าครุภัณฑ์ ประกอบด้วย (แสดงรายละเอียด)					
รวม Total					
รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น Grand total	50,000.00	27,055.20	12,549.00	14,506.20	

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลความดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

I certify that the above is true in all respects.

(ลงชื่อ)



หัวหน้าโครงการ

16 / 10.9. / 48



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา
รับที่..... 1601/47
วันที่..... 16 พ.ย. 2547
เวลา..... 15.30 น.

หน่วยงาน..... สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โทรศัพท์ 4481 โทรสาร 4220
ที่..... ศร 5614(13)/145..... วันที่..... 15 พฤศจิกายน 2547
เรื่อง..... ขอส่งรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของอาจารย์อุษณีย์ กิตกำธร.....

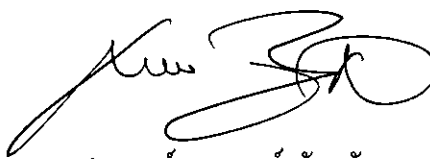
เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา (ผ่านหัวหน้าสถานวิจัยสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์)

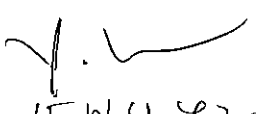
อ้างถึงหนังสือที่ ศร 5621/745 ลงวันที่ 5 ตุลาคม 2547 สถาบันวิจัยและพัฒนาได้แจ้งให้อาจารย์อุษณีย์ กิตกำธร เจ้าของงานวิจัยเรื่อง "อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์" ส่งรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ที่ได้รับการรับรอง จำนวน 25 เล่ม เพื่อนำไปเผยแพร่ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไปนั้น สาขาวิชาฯ ได้ดำเนินการจัดทำรายงานผลจำนวนดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงขอส่งรายงานผลดังกล่าวมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินเผยแพร่ต่อไป ทั้งนี้ ได้นำรายงานผลการวิจัยจำนวน 25 เล่ม ไปมอบให้ทางธุรการของสถาบันวิจัยและพัฒนาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

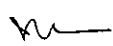
สาขาวิชาฯ จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

② รับ ผอ.สถาบันฯ
16/11/2547

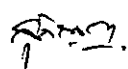
(ผศ.ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์)
รศ./ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
16 พ.ย. 2547


(อาจารย์ ดร.ณรงค์ อัครพัฒนากุล)
หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ


15 พ.ย. 47
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แสงอาทิตย์)
หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ปฏิบัติการแทนคณบดี

③ รับ ศ.ดร.สุวิทย์
ขอรับทราบ 25 เล่ม
นางสาว Koon Chommal (ไม่ diek)

17 พ.ย. 47

④ รับแล้ว 25 เล่ม.


17 พ.ย. 47.



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา	
รับที่	121/47
วันที่	3 ก.ย. 2547
เวลา	10.30 น.

ทนายงาน สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ที่ ๕๕ 5614(22)/๒๕๔๗
เรื่อง ขอส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับร่าง)

โทรศัพท์ 4229 โทรสาร 4220
วันที่ ๕ กันยายน 2547

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ขอนำส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับร่าง) ที่ได้รับ
จัดสรรงบประมาณโครงการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2545 ของ อ.อุษณีย์ กิตติการร ชื่อโครงการอิทธิพล
ของทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวอสเทมเปอร์ เพื่อเสนอคณะอนุกรรมการพิจารณากันกรองและจัดสรร
งบประมาณโครงการวิจัย จำนวนทั้งสิ้น 6 ชุด ตามเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

๑-ทนาย
- คุณ พงษ์เทพ
เพื่อเสนอคณะ

Y. ✓
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริชัย แสงอาทิตย์)
หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ปฏิบัติการแทนคณบดี

(ศ.ดร. นันทกร บุญเกิด)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
3 ก.ย. 2547

รับ 8 ก.ย. 47
M

๓) นาย อธิวัฒน์
เพื่อเสนอ
คณบดี
16 ก.ย. 47

๔) รับแจ้ง
16 ก.ย. 47
Jch



บันทึกข้อความ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน..... ฝ่ายประสานงานการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. 4753 โทรสาร 4750
ที่..... ศร 5621/ 745..... วันที่..... 5 ตุลาคม 2547
เรื่อง..... แจ้งผลการพิจารณาผลงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของอาจารย์..... กิตติคำธร.....

เรียน หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ตามที่ อาจารย์อุทัย กิตติคำธร ได้ส่งร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง “อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวอสเทมเปอร์” เพื่อเสนอคณะกรรมการพิจารณากลับกรองและจัดสรรงบประมาณโครงการวิจัยนั้น ผลการพิจารณาของคณะกรรมการฯ มีมติรับรองรายงานดังกล่าวโดยไม่มีข้อแก้ไขเพิ่มเติม

ในการนี้สถาบันวิจัยและพัฒนาจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการแจ้งหัวหน้าโครงการวิจัยดังกล่าว ส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องให้สถาบันวิจัยและพัฒนา ภายในวันที่ 8 พฤศจิกายน 2547 ตามรายการดังนี้

1. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ จำนวน 25 เล่ม (เพื่อนำไปเผยแพร่ให้หน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องต่อไป กรณีที่มีข้อจำกัดในการเผยแพร่ โปรดแจ้งให้สถาบันวิจัยและพัฒนา ทราบโดยด่วนด้วย)
2. diskette ที่ copy file ข้อมูลบทความภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 1 แผ่น
3. รายงานการใช้จ่ายเงินงวดสุดท้าย (ตามแบบ สวพ.-ง-02)
4. หลักฐานใบเสร็จรับเงินที่เกิดจากการดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ
5. กรณีที่มีการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัยในการซื้อครุภัณฑ์ หรือหนังสือ ต้องส่งครุภัณฑ์หรือหนังสือดังกล่าวคืนสถาบันวิจัยและพัฒนาด้วย
6. สำเนาบัญชีเงินฝากของโครงการวิจัยเฉพาะหน้าที่มีการเคลื่อนไหวของเงิน (เพื่อตรวจสอบเบื้องต้นโดยสถาบันวิจัยและพัฒนา จะแจ้งให้หัวหน้าโครงการวิจัยทราบอีกครั้งเพื่อดำเนินการโอนเงินคงเหลือและ ดอกเบี้ยที่เกิดขึ้นทั้งหมดคืนมหาวิทยาลัยต่อไป)

(สำหรับรายละเอียดในข้อ 3-6 โปรดสอบถามเพิ่มเติมที่ฝ่ายธุรการของสถาบันฯ โทร. 4750)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและโปรดแจ้งให้หัวหน้าโครงการวิจัยดำเนินการต่อไปด้วยจกขอบคุนยิ่ง
พร้อมนี้สถาบันวิจัยและพัฒนา ได้ส่งคืนร่างรายงานฯ จำนวน 6 เล่ม มาด้วยแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย แสงอาทิตย์)

รักษาการแทนผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สำเนาเรียน ฝ่ายธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา



บันทึกข้อความ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบ สวท.จ-01

สถาบันวิจัยและพัฒนา

รับที่ 583/46

วันที่ 7 พ.ค. 2546

เวลา 15-07

หน่วยงาน วิศวกรรมศาสตร์

โทร

ที่ ทม. ๑๖๗ (๒๒) / ๑๐๖

วันที่ ๖ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๖

เรื่อง ขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๔๕ งวดที่ ๒

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาว อุษณีย์ กิตติกร สังกัด สำนักวิชา วิศวกรรมศาสตร์ ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๔๕ เพื่อใช้จ่ายในโครงการวิจัยเรื่อง อิทธิพลของธาตุทองแดง ในเหล็กกล้าเหนียวอลูมิเนียมผสม

เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น -50,000- บาท นั้น

ข้าพเจ้าขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อดำเนินงานวิจัยโครงการดังกล่าว ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๔๕ จำนวนเงินทั้งสิ้น -25,000- บาท (สองหมื่นห้าพันบาทถ้วน)

() ตามประมาณการรายจ่าย ดังนี้

1. ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย

ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ.....	อัตราเดือนละ.....	บาท
ระยะเวลา.....เดือน	จำนวน.....คน	เป็นเงิน.....บาท
ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ.....	อัตราเดือนละ.....	บาท
ระยะเวลา.....เดือน	จำนวน.....คน	เป็นเงิน.....บาท
ค่าจ้างคนงานรายเดือน	อัตราเดือนละ.....	บาท
ระยะเวลา.....เดือน	จำนวน.....คน	เป็นเงิน.....บาท
ค่าจ้างคนงานรายวัน	อัตราวันละ.....	บาท
ระยะเวลา.....วัน	จำนวน.....คน	เป็นเงิน.....บาท
รวม		บาท

2. ค่าตอบแทน ใช้สอย และวัสดุ ประกอบด้วย

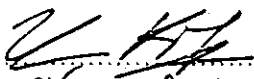
ค่าพาหนะ.....	เป็นเงิน 2,000/	บาท
ค่าเช่ารถจักรยานยนต์/รถจักรยาน และค่าเดินทาง.....	เป็นเงิน 6,000/	บาท
ค่าโทรศัพท์.....	เป็นเงิน 7,000/	บาท
ค่าวัสดุทางวัสดุโครงสร้าง.....	เป็นเงิน 2,000/	บาท
ค่าวัสดุทางเคมีและวัสดุทางอื่น.....	เป็นเงิน 2,500/	บาท

ค่าเกษตรกรรมไร่	เป็นเงิน 2500	บาท
ค่าวัสดุสำนักงาน และ ค่าใช้สอยโรงเรือน	เป็นเงิน 3000	บาท
	เป็นเงิน	บาท
	เป็นเงิน	บาท
	เป็นเงิน	บาท
	เป็นเงิน	บาท
	เป็นเงิน	บาท
	รวม 5000	บาท

3. ค่าครุภัณฑ์ ประกอบด้วย

	เป็นเงิน	บาท
	เป็นเงิน	บาท
	เป็นเงิน	บาท
	เป็นเงิน	บาท
	รวม	บาท

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

()
 (๑. คุณฉวี กิตติพงษ์)
 หัวหน้าโครงการวิจัย
 ๑๕ / ๒๖.๖. / 45

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิตติชัย แสงอาทิตย์)

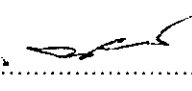
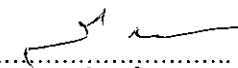
หัวหน้าสถานวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวกรรมศาสตร์
 30- ๒๖.๖. / 46

(รองศาสตราจารย์ ดร. สวัสดิ์ สอนประเสริฐ)

รองคณบดีฝ่ายบริหารคณบดีวิชาเกษตรกรรมศาสตร์

อธิบดีการแทนคดี

30 เม.ย. 2546

(2) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา คณะทำงานฯ ได้รับรองรายงานความก้าวหน้าและรายงานการใช้จ่ายเงินฯ งวดที่ 1/2546 แล้ว ✓ เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติค่าใช้จ่ายงวดที่ 2, 45 ในวงเงิน 25,000 บาท (สองหมื่นห้าพันบาทถ้วน) ไม่ถูกต้อง เนื่องจาก.....  (นางสุวิมล มะสันเทียะ) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป สถาบันวิจัยและพัฒนา 23 มี.ค. 2546	(3) อนุมัติให้เบิกเงินอุดหนุนการวิจัยตามรายการ และ เงื่อนไขข้างต้นได้ โปรดแก้ไขตามข้อ (2) และ.....  (อาจารย์ ดร. นันทกร บุญเกิด) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา 26 มี.ค. 2546
(4.1) เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี เพื่อโปรดดำเนินการโอนเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวน 25,000 บาท (สองหมื่นห้าพันบาทถ้วน) เข้าบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ ธนาคารไทยพาณิชย์สาขาย่อย มทส. ชื่อบัญชี รพทส. โฉลกขันธ์มา 10000101 เลขที่บัญชี 709-2-15511-8 ด้วย จักขอขอบคุณยิ่ง  (อาจารย์ ดร. นันทกร บุญเกิด) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา 26 มี.ค. 2546	(4.2) เรียน หัวหน้าโครงการวิจัย สวพ. ขอส่งสำเนารับบันทึกขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน สำหรับบันทึกขออนุมัติฉบับจริง ได้ส่งให้ส่วนการเงินเก็บไว้เป็นหลักฐานเพื่อใช้ในการดำเนินการโอนเงินเข้าบัญชีโครงการวิจัยแล้ว เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป  (น.ร. ธานี ธีระจ) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป สถาบันวิจัยและพัฒนา 26 มี.ค. 2546

รายงานแสดงการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
Research Expenditure Report

1. โครงการวิจัยเรื่อง อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวอสเทมเปอร์

Name of Project

2. ชื่อหัวหน้าโครงการ อ.อุษณีย์ กิตติสาร

สำนักวิชา วิศวกรรมศาสตร์

Name of Project

Institute of

3. ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2545 ทั้งสิ้น 50,000 บาท

Received University Research Fund for Fiscal Year

for the amount of baht

โดยได้รับเงินจากมหาวิทยาลัยครั้งล่าสุดและใช้จ่ายไปแล้ว ดังนี้

with the most recent payment from the university and actual expense as follows:

☒ งวดที่ 1 ได้รับเงิน 25,000.00 บาท ใช้จ่ายจริงไปทั้งสิ้น 27,055.20 บาท

Installment no. Total amount receive baht Total amount spent baht

☐ ค่าครุภัณฑ์ ได้รับเงิน บาท ใช้จ่ายจริงไปทั้งสิ้น บาท

Equipment (expense) allocation baht Total amount spent baht

ดังรายละเอียดต่อไปนี้

รายการค่าใช้จ่าย Expenditures	งบประมาณ (บาท)				หมายเหตุ Notes
	ได้รับจัดสรร ตลอดปี Allocation for the whole year	เบิกจ่ายแล้วใน งวดก่อน Previous Installment activated	เบิกจ่ายในงวดนี้ Installment to be activated this time	คงเหลือเบิกจ่าย ครั้งต่อไป Remaining funds to be activated	
ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย (แสดงรายละเอียด) Temporary Wages (Show details)					
รวม Total			-	-	
ค่าตอบแทน ใช้สอย และวัสดุ ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด) Compensation, Service Contracting and nonrenewable materials expenses (Show details)					
- ค่าพาหนะ	4,000		1,570.00	2,430	
- ค่าเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์/ทดสอบและ ค่าวิเคราะห์/ทดสอบ	13,000		9,700.00	3,300	
- ค่าโลหะ	15,000		10,700.00	4,300	
- ค่าวัสดุตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค	4,000		2,748.20	1,251.80	ทำเรื่อง
- ค่าลดวัดความร้อนและหั่ววัดความร้อน	4,000.00		1,748.00	2,252	
- ค่าเกษตรกรรมและครุภัณฑ์	5,000.00			5,000	
- ค่าวัสดุสำนักงานและค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	5,000.00		589	4,411	
รวม Total	50,000.00		27,055.20	22,944.80	
ค่าครุภัณฑ์ ประกอบด้วย (แสดงรายละเอียด)					
รวม Total					
รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น Grand total	50,000.00	-	27,055.20	22,944.80	

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

I certify that the above is true in all respects.

(ลงชื่อ).....

30 / 6 ม.ย. 46

หัวหน้าโครงการ

นายอภัยสิทธิ์
กัณธิ์

1-7 พ.ค. 2546

หัวข้อรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัย
เพื่อประกอบการพิจารณาอนุมัติเงินงวดที่ 2/2545

ผลการดำเนินงานระหว่างวันที่ 21 เดือน สิงหาคม..พ.ศ. 2545 .ถึงวันที่ 28 .เดือน เมษายน.พ.ศ. 2546

1. ชื่อโครงการ

อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวออสเทนเปเปอร์

2. หัวหน้าโครงการ

อ.อุษณีย์ กิดคำธร

3. หน่วยงาน

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

4. ~~วัตถุประสงค์ของโครงการ~~

1. ปรับปรุงและพัฒนาส่วนผสมทางเคมีของเหล็กหล่อเหนียว

2. ศึกษาอิทธิพลของทองแดง

3. เป็นพื้นฐานสำหรับงานวิจัยให้กับนักวิจัยที่เกี่ยวข้องและโรงงานอุตสาหกรรม

5. แผนการดำเนินงานตลอดทั้งโครงการ

เตรียมงานหล่อ ตรวจสอบส่วนผสม ทำการอบชุบออสเทนเปเปอร์ ตรวจสอบโครงสร้าง และ
ตรวจสอบสมบัติเชิงกล สรุปวิเคราะห์ผลการทดลอง

6. แผนการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่วางแผนว่าจะทำในช่วงที่รายงานนี้

ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค สมบัติเชิงกล และสรุปวิเคราะห์ผลการทดลอง

7. ผลการดำเนินงานวิจัยที่ทำได้จริง

เตรียมงานหล่อแล้ว แต่ไม่สามารถเตรียมเองได้ เนื่องจากเตาหลอมเสีย ต้องสั่งจากโรงงานจึง
ควบคุมคุณภาพไม่ได้ (งานหล่อไม่ค่อยมีคุณภาพ) อบชุบเรียบร้อยแล้วไปประมาณ 50% ตรวจสอบ
โครงสร้างและขัดความแข็งแล้ว

8. ความก้าวหน้าตั้งแต่เริ่มโครงการวิจัยจนถึงปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ

60%

9. การถ่ายทอดเทคโนโลยี การเผยแพร่ผลงานวิจัย การจดสิทธิบัตร ผลตอบแทนทางธุรกิจ

เป็นต้น

-

10. ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข

1. ปัญหาเรื่องเตาหลอมเสีย การแก้ไข มหาวิทยาลัยต้องดำเนินการ สาขาฯ ดำเนินการแล้วแต่
ก็ยังคงไม่ดีขึ้น เพราะฉะนั้นไม่มีอำนาจโดยตรง

2. ไม่ได้จ้างผู้ช่วยวิจัย จึงล่าช้าและงานหนัก (ใช้แรงงาน) จ่ายค่าตอบแทนให้กับเจ้าหน้าที่ที่ช่วยงาน
11. แผนการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่จะทำในช่วงต่อไป
 ออกแบบให้เสร็จเรียบร้อยทั้งหมด ทดสอบสมบัติเชิงกล ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค และสรุปผล
12. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

-

- หมายเหตุ**
1. งดให้ระบุงวดเงินตามปีงบประมาณที่ได้รับการสนับสนุน
 2. ผลการดำเนินงานให้ระบุงวดเงินตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติเบิกเงินที่ผ่านมาจนถึงวันที่รายงานเพื่อขอเบิกเงินในงวดนี้
 3. ใช้รายงานทั้งโครงการวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจาก มทส. (ผ่าน วช.) ทุนวิจัยระหว่างปี และจากกองทุนสนับสนุนการวิจัยฯ มทส.



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หน่วยงาน ฝ่ายธุรการ สถาบันวิจัยและพัฒนา โทรศัพท์/โทรสาร 4750

ที่ ทม 5121/ 445

วันที่ ๒๗ สิงหาคม 2545

เรื่อง รายชื่อโครงการวิจัยที่ได้รับการจัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2545 ประเภทโครงการสนับสนุน
การสร้างและพัฒนาเครือข่ายใหม่ (เพิ่มเติม)

เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี

สถาบันวิจัยและพัฒนา ขอส่งรายชื่อโครงการวิจัยที่ได้รับการจัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัยของ
มหาวิทยาลัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2545 ประเภทโครงการสนับสนุนการสร้างและพัฒนาเครือข่ายใหม่ (เพิ่มเติม)
จำนวน 1 โครงการ ดังนี้

หัวหน้าโครงการ	สำนักวิชา	รายชื่อโครงการ	จำนวนเงิน
อาจารย์ อุษณีย์ กิตกำธร	วิศวกรรมศาสตร์	อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อ เหนียวอสเทมเปอร์	50,000.00

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป


(ศาสตราจารย์ ดร.นันทกร บุญเกิด)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา



บันทึกข้อความ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันวิจัยและพัฒนา (แบบ สวท.-ง-01)

รับที่..... 112 ร/45

วันที่ ๒๓ ก.ย. ๒๕๔๕

เวลา.....

หน่วยงาน สทอ.วิจัย อธิการบดีวิทยาเขตสุรนารี

โทร 4123

ที่ ทม. ๐๑๑๗(มว)/๑๘๕

วันที่ ๒๓ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๔๕

เรื่อง ขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๔๕ งบที่ ๑

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ตามที่ข้าพเจ้า อาจารย์ อ. ชณิษฐ์ กิตติสาร สังกัด สำนักวิชา
วิศวกรรมศาสตร์ ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัย ประจำปี
งบประมาณ พ.ศ. ๒๕๔๕ เพื่อใช้จ่ายในโครงการวิจัยเรื่อง อิทธิพลของธาตุทองแดงใน
เนลล์กล่อเนนพืชข้าวหอมมะลิ
เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น ๕๐,๐๐๐ บาท นั้น

ข้าพเจ้าขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อดำเนินงานวิจัยโครงการดังกล่าว ประจำปีงบที่ ๑
จำนวนเงินทั้งสิ้น -๒๕,๐๐๐- บาท (สองหมื่นห้าพันบาทถ้วน
) ตามประมาณการรายจ่าย ดังนี้

1. ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย

ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ.....	อัตราเดือนละ.....	บาท
ระยะเวลา.....เดือน	จำนวน.....คน	เป็นเงิน.....บาท
ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยคุณวุฒิ.....	อัตราเดือนละ.....	บาท
ระยะเวลา.....เดือน	จำนวน.....คน	เป็นเงิน.....บาท
ค่าจ้างคนงานรายเดือน	อัตราเดือนละ.....	บาท
ระยะเวลา.....เดือน	จำนวน.....คน	เป็นเงิน.....บาท
ค่าจ้างคนงานรายวัน	อัตรารวันละ.....	บาท
ระยะเวลา.....วัน	จำนวน.....คน	เป็นเงิน.....บาท
รวม		บาท

2. ค่าตอบแทน วัสดุ และวัสดุ ประกอบด้วย

- ค่าพาหนะ.....	เป็นเงิน.....	- 2,๐๐๐ - บาท
- ค่าเช่าโรงเรือน/โรงเรือน/ทดสอบ และ ค่า วิเคราะห์/ทดสอบ.....	เป็นเงิน.....	- 7,๐๐๐ - บาท
- ค่าโลชั่น.....	เป็นเงิน.....	- 8,๐๐๐ - บาท
- ค่าวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างอาคาร.....	เป็นเงิน.....	- 2,๐๐๐ - บาท

- ค่าลดลดอัตราดอกเบี้ยและค่าธรรมเนียม	เป็นเงิน	-1,500 -	บาท
- ค่าลดลดอัตราดอกเบี้ย	เป็นเงิน	-2,500 -	บาท
- ค่าวัสดุสำนักงาน และ ค่าใช้จ่ายโทรศัพท์	เป็นเงิน	-2,000 -	บาท
	เป็นเงิน		บาท
	เป็นเงิน		บาท
	เป็นเงิน		บาท
	รวม	-25,000.-	บาท

3. ค่าครุภัณฑ์ ประกอบด้วย

	เป็นเงิน		บาท
	เป็นเงิน		บาท
	เป็นเงิน		บาท
	เป็นเงิน		บาท
	รวม		บาท

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

(.....
อ.บ.น. ๖ กิตติคำจร.....)

หัวหน้าโครงการวิจัย

21 / ส.ค. / 2545

(.....
ผศ.ดร. สัทธชัย พงษ์พิทักษ์.....)

หัวหน้าสถานวิจัย

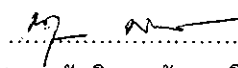
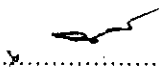
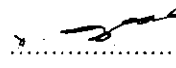
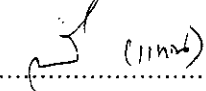
22 ส.ค. / 45

(.....
ศาสตราจารย์ ดร. จรัสดี ถอดประยูร.....)

(.....
รองคณบดีฝ่ายบริหาร คณบดีวิทยาลัยการศึกษาศาสตร์.....)

ปฏิบัติภาระหน้าที่.....

21 ส.ค. 2545

(2) เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา คณะทำงานฯ ได้รับรองรายงานความก้าวหน้าและรายงานการใช้ จ่ายเงินฯ งวดที่ .../..... แล้ว เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติค่าใช้จ่ายงวดที่ 1 / ... ๒๕๕๕ ในวงเงิน ๒๕,๐๐๐.- บาท (สองหมื่นห้าพันบาทถ้วน) ) ไม่ถูกต้อง เนื่องจาก.....  (นางสาวณัฐนิชา มหัทธนาภิวัฒน์) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป สถาบันวิจัยและพัฒนา ๒๗ ส.ค. ๒๕๕๕	(3) อนุมัติให้เบิกเงินอุดหนุนการวิจัยตามรายการ และ เงื่อนไขข้างต้นได้ โปรดแก้ไขตามข้อ (2) และ.....  (ดร. นันทกร บุญเกิด) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ๒๗/ ส.ค. ๒๕๕๕
(4.1) เรียน หัวหน้าส่วนการเงินและบัญชี เพื่อโปรดดำเนินการโอนเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวน ๒๕,๐๐๐.- บาท (สองหมื่นห้าพันบาทถ้วน) ) เข้าบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ ธนาคารไทยพาณิชย์สาขาย่อย มทส. ชื่อบัญชี อ.ทส. ใต้ถุน อ.ทส. ใต้ถุน เลขที่บัญชี ๕๐๔-๒-๑๕๕๑๑-๘ ด้วย จักขอขอบคุณยิ่ง  (ดร. นันทกร บุญเกิด) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ๒๗/ ส.ค. ๒๕๕๕	(4.2) เรียน หัวหน้าโครงการวิจัย สวพ. ขอส่งสำเนาบันทึกขออนุมัติเบิกเงินอุดหนุนการ วิจัยเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน สำหรับบันทึกขออนุมัติฉบับจริง ได้ ส่งให้ส่วนการเงินเก็บไว้เป็นหลักฐานเพื่อใช้ในการดำเนินการ โอนเงินเข้าบัญชีโครงการวิจัยแล้ว เพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป  (นางสาวณัฐนิชา มหัทธนาภิวัฒน์) เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป สถาบันวิจัยและพัฒนา ๒๗/ ส.ค. ๒๕๕๕



ต้นฉบับ

สัญญารับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สัญญาฉบับนี้ทำขึ้น ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อวันที่ 26 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดย ศาสตราจารย์ ดร. นันทกร บุญเกิด ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ซึ่งได้รับมอบอำนาจจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีตามคำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ 1 / 2542 ลงวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2542 และ ที่ 633 / 2540 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2540 ซึ่งต่อไปในสัญญานี้เรียกว่า “ผู้ให้ทุน” ฝ่ายหนึ่ง กับ อาจารย์อุษณีย์ กิตติภักดิ์ สังกัดสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งต่อไปในสัญญานี้เรียกว่า “ผู้รับทุน” อีกฝ่ายหนึ่ง

คู่สัญญาได้ตกลงกันมีข้อความดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ผู้ให้ทุนตกลงให้ทุนอุดหนุนโครงการวิจัย เรื่อง “อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์” ตามเอกสารหมายเลข 3 ตั้งแต่วันที่ 26 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ถึง วันที่ 25 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2546 เป็นจำนวนเงิน 50,000 บาท (ห้าหมื่นบาทถ้วน) โดย ผู้ให้ทุนจะจ่ายให้แก่ผู้รับทุนเป็นงวดตามรายละเอียดดังนี้

งวดที่ 1 จ่ายให้เป็นเงินไม่เกินร้อยละ 50 ของเงินอุดหนุนการวิจัยทั้งโครงการ ทั้งนี้ จ่ายให้เป็นเงิน 25,000 บาท (สองหมื่นห้าพันบาทถ้วน) ภายใน 2 สัปดาห์ นับแต่วันลงนามในสัญญา

งวดที่ 2 จ่ายส่วนที่เหลือของเงินอุดหนุนการวิจัยทั้งโครงการ ทั้งนี้ จ่ายให้เป็นเงิน 25,000 บาท (สองหมื่นห้าพันบาทถ้วน) ภายหลังจากที่ผู้รับทุนส่งรายงานความก้าวหน้าของโครงการพร้อมรายงานการเงินงวดที่ 1 โดยรายงานดังกล่าวผ่านการพิจารณาและได้รับการรับรองจากคณะกรรมการประจำสถาบันวิจัยและพัฒนาเรียบร้อยแล้ว

ข้อ 2. เอกสารอันเป็นส่วนหนึ่งของสัญญา ได้แก่

- (1) คำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ 1 / 2542 ลงวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2542
- (2) คำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ 633 / 2540 ลงวันที่ 10 ตุลาคม 2540
- (3) โครงการวิจัยเรื่อง “อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์”

- (4) ระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีว่าด้วยเงินอุดหนุนการวิจัย พ.ศ. 2539
- (5) หลักเกณฑ์การใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัย
- (6) หมายเลขบัญชีเงินฝากออมทรัพย์ ชื่อบัญชีโครงการวิจัย ธนาคารไทยพาณิชย์ (มหาชน) จำกัด สาขาออมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พร้อมรายชื่อผู้มีอำนาจสั่งจ่ายเงิน และสำเนาหน้าแรกของสมุดบัญชีดังกล่าว

ข้อ 3. ผู้รับทุนจะดำเนินการตามวัตถุประสงค์และรายละเอียดของโครงการวิจัยที่กำหนดไว้ให้ครบถ้วนสมบูรณ์ ตามเอกสารหมายเลข 3 หากเกิดอุปสรรคไม่สามารถดำเนินการได้ด้วยประการใดก็ตามผู้รับทุนจะรีบรายงานให้ผู้ให้ทุนทราบทันทีเพื่อพิจารณาหาทางแก้ไขหรือดำเนินการตามที่เห็นสมควรต่อไป

ข้อ 4. รายชื่อหัวหน้าโครงการ ผู้ร่วมทำการวิจัย และรายละเอียดของโครงการตามที่ปรากฏแนบท้ายสัญญา ผู้รับทุนจะเปลี่ยนแปลงไม่ได้ นอกจากจะได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ให้ทุนก่อน

ข้อ 5. ผู้รับทุนจะปฏิบัติตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วย เงินอุดหนุนการวิจัย พ.ศ. 2539 รวมทั้งหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติในการขอรับเงินอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งกำหนดขึ้นใช้ในขณะนั้นและจะกำหนดขึ้นใช้ในภายหน้า

ทั้งนี้ โดยถือว่าระเบียบรวมทั้งหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติข้างต้นนั้น เป็นส่วนหนึ่งของสัญญา

ข้อ 6. ผู้รับทุนจะควบคุมการใช้จ่ายเงินทุนให้เป็นไปอย่างประหยัดและจัดเตรียมหลักฐานบัญชีการจ่ายเงินเพื่อให้ผู้ให้ทุนตรวจสอบได้ทุกโอกาส

ข้อ 7. ผู้รับทุนยินยอมให้ ผู้ให้ทุน หรือผู้ที่ให้ทุนมอบหมายเข้าไปในสถานที่ทำงานของผู้รับทุน หรือสถานที่ที่ผู้รับทุนทำการวิจัยอยู่ เพื่อประโยชน์ในการติดตามและประเมินโครงการได้

ข้อ 8. ผู้รับทุนจะนำส่งผลงานดังนี้

- (1) รายงานความก้าวหน้าพร้อมรายงานการเงินงวดที่ 1/2545
- (2) รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์พร้อมรายงานการเงินงวดที่ 2/2545
เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2546
- (3) เอกสารสรุปผลงานวิจัย ในรูปแบบและภาษาที่เหมาะสมสำหรับการประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ต่อประชาชนทั่วไป โดยส่งพร้อมกับรายงานฉบับสมบูรณ์และตามที่ผู้ให้ทุนกำหนดเป็นคราว ๆ ไป
- (4) การเสนอผลงานด้วยวาจา(Oral Presentation) ตามที่ผู้ให้ทุนกำหนดเป็นคราว ๆ ไป

ข้อ 9. กรรมสิทธิ์ในผลงานวิจัย เป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ให้ทุน(เว้นแต่จะมีการตกลงเป็นอย่างอื่นในภายหลัง) ส่วนผลประโยชน์ซึ่งเกิดจากการนำผลการวิจัยและพัฒนาไปใช้ในเชิงพาณิชย์ให้แบ่งกัน ระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี กับ ผู้รับทุน

ข้อ 10. ในการเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสารอันเกี่ยวกับผลงานวิจัย ในสิ่งพิมพ์ใดหรือสื่อใดในแต่ครั้ง ผู้รับทุนต้องระบุข้อความว่า “ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี” หรือข้อความอื่นที่มีความหมายเหมือนกัน

ข้อ 11. ในกรณีที่ผู้ร่วมวิจัยหลายคน ผู้รับทุนจะต้องเป็นผู้ตรวจสอบดูแลผู้ร่วมวิจัยทุกคนให้ปฏิบัติตามระเบียบ หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติที่เกี่ยวข้องของผู้ให้ทุนอย่างเคร่งครัด

ข้อ 12. การระงับงานชั่วคราวและการบอกเลิกสัญญา

- (1) ผู้ให้ทุนมีสิทธิระงับงานชั่วคราวหรือบอกเลิกสัญญาได้ ถ้าผู้ให้ทุนเห็นว่าผู้รับทุนไม่ได้ปฏิบัติงานด้วยความชำนาญหรือด้วยความเอาใจใส่ในวิชาชีพเท่าที่พึงคาดหมายได้จากนักวิจัยในระดับเดียวกัน หรือมิได้ปฏิบัติตามข้อสัญญาและเงื่อนไขที่กำหนดในสัญญา ในกรณีเช่นนี้ ผู้ให้ทุนจะมีหนังสือแจ้งให้ผู้รับทุนทราบ และการระงับงานชั่วคราวหรือบอกเลิกสัญญาดังกล่าวจะมีผลในเวลาไม่น้อยกว่า 60 วัน นับถัดจากวันที่ผู้รับทุนได้รับหนังสือบอกกล่าวนั้น
- (2) ผู้รับทุนมีสิทธิบอกเลิกสัญญาได้ ถ้าผู้ให้ทุนมิได้ปฏิบัติหน้าที่ความรับผิดชอบตามที่สัญญาระบุไว้ ในกรณีเช่นนี้ ผู้รับทุนจะต้องมีหนังสือถึงผู้ให้ทุน ระบุรายละเอียดถึงสาเหตุและเหตุผลในการขอเลิกสัญญา ถ้าผู้ให้ทุนมิได้ดำเนินการแก้ไขให้เป็นที่พอใจในระยะเวลา 30 วัน นับถัดจากวันที่ได้รับหนังสือบอกกล่าวนั้น ผู้รับทุนมีสิทธิบอกเลิกสัญญาได้
- (3) ในกรณีที่ผู้รับทุนไม่สามารถทำการวิจัยให้เสร็จตามที่ได้ตกลงไว้ ผู้รับทุนยินยอมคืนเงินอุดหนุนการวิจัยพร้อมทั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ที่รับไปแล้วทั้งหมดหรือบางส่วนทั้งนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ให้ทุน

ข้อ 13. ผู้ให้ทุนเป็นเจ้าของเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ใด ๆ ที่ผู้รับทุนได้จัดซื้อโดยทุนทรัพย์ของผู้ให้ทุน จนกว่าจะมีการตกลงเป็นอย่างอื่น

ข้อ 14. ผู้รับทุนจะใช้และบำรุงรักษาครุภัณฑ์การวิจัยของผู้ให้ทุนให้อยู่ในสภาพดี ใช้การได้อย่างเสมอ และผู้รับทุนยินยอมให้ผู้ให้ทุนหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากผู้ให้ทุนตรวจตราครุภัณฑ์การวิจัยซึ่งเป็นทรัพย์สินของผู้ให้ทุนได้ทุกขณะและทุกโอกาส และเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยตามโครงการแล้ว ผู้รับทุนจะส่งคืนครุภัณฑ์ให้แก่ผู้ให้ทุนทันที นอกจากจะมีการตกลงกันเป็นอย่างอื่น

ข้อ 15. การบอกกล่าว

บรรดาคำบอกกล่าวหรือการให้ความยินยอมหรือความเห็นชอบใด ๆ ตามสัญญานี้ต้องทำเป็นหนังสือและจะต้องได้ส่งไปโดยชอบแล้ว หากได้จัดส่งทางหนึ่งทางใดดังต่อไปนี้ คือ

- (1) ส่งมอบโดยบุคคลแก่ผู้แทนที่ได้รับมอบหมายของคู่สัญญาแต่ละฝ่าย
- (2) ทางไปรษณีย์ลงทะเบียน
- (3) ทางโทรเลข โทรพิมพ์ หรือโทรสาร แล้วยืนยันเป็นหนังสือโดยเร็วไปยังชื่อและที่อยู่ของคู่สัญญา ดังต่อไปนี้

ก. ที่อยู่ของผู้ให้ทุน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี

อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

ข. ที่อยู่ของผู้รับทุน

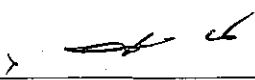
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

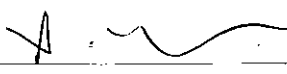
111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี

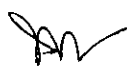
อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

สัญญาฉบับนี้ทำขึ้นสองฉบับมีข้อความตรงกัน คู่สัญญาได้อ่านและเข้าใจข้อความในสัญญาฉบับนี้ โดยตลอดแล้ว จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน และต่างเก็บไว้ฝ่ายละหนึ่งฉบับ

(ลงชื่อ)  ผู้ให้ทุน
(ศาสตราจารย์ ดร. นันทกร บุญเกิด)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
ผู้รับมอบอำนาจจากอธิการบดี

(ลงชื่อ)  ผู้รับทุน
(อาจารย์อุษณีย์ กิตกักร)
หัวหน้าโครงการวิจัย

(ลงชื่อ)  พยาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สติธิชัย แสงอาทิตย์)
หัวหน้าสถานวิจัย
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

(ลงชื่อ)  พยาน
(นางพรประภา ช้อนสุข)
เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยและพัฒนา

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

แบบ ว-1ค

แบบเสนอโครงการวิจัย

ประกอบการของงบประมาณเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2545
(ประเภทเงินอุดหนุนการวิจัยเพื่อสนับสนุนการสร้างและพัฒนา นักวิจัยรุ่นใหม่)

ทิศทางของการวิจัย ทิศทางที่ 2 การวิจัยที่นำไปสู่การเพิ่มผลผลิต และการสร้างมูลค่าเพิ่ม
แผนวิจัย แผน 1 แผนวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการสร้างมูลค่าเพิ่ม

ลักษณะข้อเสนอการวิจัย สอดคล้องกับนโยบายและแนวทางการวิจัยของชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2545-2549)
ระบุเพียง 1 ข้อ

ส่วนที่ 1 ชุดโครงการวิจัยแห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศ (34 ชุดโครงการ)

☐ เป็นชุดโครงการวิจัยลูกภายใต้แผนงานวิจัยหรือชุดโครงการวิจัย

☐ เป็นโครงการวิจัยเดี่ยว

ส่วนที่ 2 การวิจัยประยุกต์ (7 หลักเกณฑ์)

✓ ส่วนที่ 3 การวิจัยพื้นฐาน (4 หลักเกณฑ์)

ส่วน ก :สาระสำคัญของโครงการวิจัย

1. ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์

(ภาษาอังกฤษ) Effects of Copper on Austempered Ductile Cast Iron

2. หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบและที่อยู่

สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 044-224481 โทรสาร 044-224220

E-mail: usanee@ccs.sut.ac.th

3. คณะผู้วิจัย และสัดส่วนที่ทำงานวิจัย (%)

หัวหน้าโครงการ	ชื่อ	นางสาวอุษณีย์ กิตกำธร
		Ms.USANEE KITKAMTHORN
	ตำแหน่ง	อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมโลหการ
	ที่ทำงาน	สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
		จังหวัด นครราชสีมา
	โทรศัพท์	044-224487
	โทรสาร	044-224220
	สัดส่วนที่ทำงานวิจัย	100%

4. เป็นส่วนหนึ่งของโครงการใหญ่ / เป็นโครงการเดี่ยว เป็นโครงการเดี่ยว

5. ในกรณีที่โครงการนี้ ทำการวิจัยร่วมกับหน่วยงานอื่น โปรดระบุ ชื่อหน่วยงาน และลักษณะของการร่วม งานนั้นด้วย

ไม่มีหน่วยงานอื่นร่วมวิจัย

6. ประเภทของงานวิจัย

การวิจัยพื้นฐาน (Basic Research)

7. สาขาวิชาการที่ทำการวิจัย (โปรดดูคำชี้แจง)

สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย

8. คำสำคัญของเรื่องที่ทำการวิจัย (keyword)

Austempered Ductile Cast iron (ADI), Austenitizing, Austempering,

เหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์ , กระบวนการออสเทนไนท์ , กระบวนการออสเทมเปอร์ ,

9. ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย และการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง (reviewed literature)

ตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน เหล็กหล่อ (Cast Iron) เป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมมากในการนำมาใช้ผลิตเป็นชิ้นส่วนเครื่องยนต์หรือเครื่องจักรกลต่างๆ เนื่องจากสามารถที่จะทำการขึ้นรูปเป็นรูปทรงซับซ้อนได้ง่ายกว่าเหล็กเหนียวโดยอาศัยวิธีการหล่อหลอมทั้งยังสามารถที่จะทำการปรับปรุงสมบัติเชิงกลให้ดีขึ้นอีกได้ง่ายด้วย ดังนั้นราคาต้นทุนของเหล็กหล่อจึงค่อนข้างต่ำ เหล็กหล่อสามารถแบ่งประเภทตามลักษณะการแข็งตัวออกได้เป็น 1) เหล็กหล่อสีขาว 2) เหล็กหล่อเทา และ 3) เหล็กหล่อกราไฟต์กลมหรือเหล็กหล่อเหนียว ในวงการอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์หรือเครื่องจักรกลนั้นเหล็กหล่อเหนียวเป็นที่นิยมนำมาใช้ซึ่งอาจมีชื่อเรียกภาษาอังกฤษต่างๆ กันไป เช่น Nodular cast iron , Spheroidal graphite cast iron(S.G. cast iron) หรือ Ductile cast iron เนื่องจากมีคุณสมบัติเชิงกลและความเหนียวที่ดีกว่าเหล็กหล่อชนิดอื่นๆ (มนัส สติรจินดา, 1993)

เหล็กหล่อเหนียวยังถูกแบ่งประเภทตามโครงสร้างจุลภาคของเนื้อโลหะส่วนที่เป็นพื้น (Matrix) ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการเย็นตัวต่างๆ กัน อันได้แก่

1. เหล็กหล่อเหนียวที่มีเนื้อพื้นเป็นเฟอร์ไรต์ (Ferritic Ductile Cast Iron)
2. เหล็กหล่อเหนียวที่มีเนื้อพื้นเป็นเฟอร์ไรต์ผสมกับเพิร์ลไลต์ (Ferrite-Pearlitic Ductile Cast Iron)
3. เหล็กหล่อเหนียวที่มีเนื้อพื้นเป็นเพิร์ลไลต์ (Pearlitic Ductile Cast Iron)

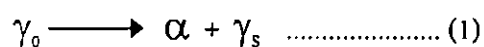
เหล็กหล่อเหนียวที่มีเนื้อพื้นเป็นเฟอร์ไรต์ปกติจะมีความแข็งแรงต่ำแต่มีความเหนียวสูง ส่วนเหล็กหล่อเหนียวที่มีเนื้อพื้นเป็นเพิร์ลไลต์จะมีความแข็งแรงสูงขึ้นเล็กน้อยและยังคงความเหนียวปานกลาง หากต้องการใช้งานเหล็กหล่อเหนียวที่ต้องการความแข็งแรงสูงมากๆ จะต้องทำการปรับปรุงโครงสร้างที่เป็นเนื้อพื้น(Matrix) โดยอาศัยกระบวนการอบชุบทางความร้อนเพื่อให้ได้โครงสร้างเนื้อพื้นที่มีความแข็งแรงสูงๆ โดยไม่มีผลต่อความเหนียว(Ductility) และ ความแกร่ง(Toughness) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของโครงสร้างเนื้อพื้นที่ได้จากการอบชุบความร้อนที่เรียกว่า “ออสเทมเปอร์ริง” ซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างเฟสเฟอร์ไรต์ที่มีรูปร่างแหลม (Acicular Ferrite) กับเบนไนท์ (Bainite) และ ออสเตนไนท์ตกค้าง (Retained Austenite) โครงสร้างดังกล่าวนี้สามารถให้ทั้งความแข็งแรง (Strength), ความเหนียว (Ductility), ความแกร่ง (Toughness) สูงเป็นพิเศษดังแสดงในตารางที่ 1 และเราเรียกเหล็กหล่อเหนียวที่โครงสร้างเนื้อพื้นมีลักษณะแบบนี้ว่า “เหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์ Austempering Ductile Cast Iron หรือ ADI” (Eduard Dorazil, 1991)

ตารางที่ 1 :สมบัติเชิงกลของเหล็กหล่อเหนียวตามมาตรฐาน ASTM (A897M-90)

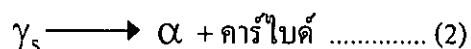
Grade	Minimum yield strength N mm ⁻²	Minimum Tensile strength N mm ⁻²	Minimum elongation %	Minimum Unnotched Charpy value J	Typical Brinell Hardness
1	550	850	10	100	269-321
2	700	1050	7	80	302-363
3	850	1200	4	60	341-444
4	1100	1400	1	35	388-477
5	1300	1600	-	-	444-555

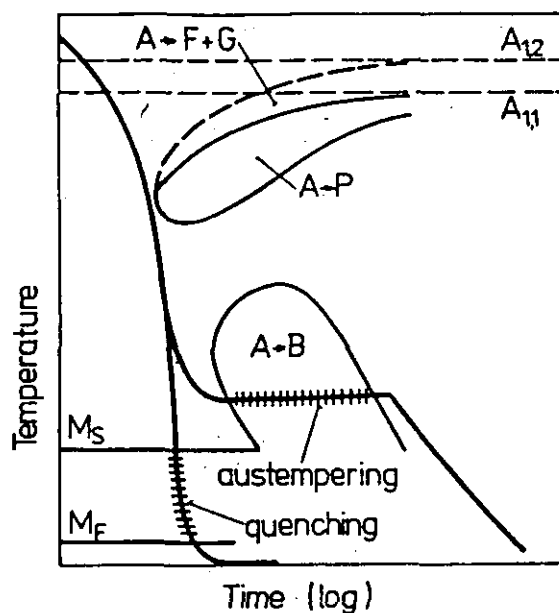
สำหรับการผลิตเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์สามารถทำได้โดยการนำเหล็กหล่อเหนียวที่มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นเฟอไรต์หรือเฟอไรต์ผสมกับเฟลโลไลท์มาผ่านกรรมวิธีการอบชุบความร้อนที่เรียกว่า ออสเตนไนไทซิง (Austenitizing) โดยการอบที่อุณหภูมิช่วงประมาณ 850-950 องศาเซลเซียส เพื่อให้คาร์บอนในกราไฟท์เกิดการแพร่เข้าไปละลายอยู่อย่างอิมดัวในออสเตนไนท์ซึ่งเป็นเฟสที่มีเสถียรภาพที่อุณหภูมิสูงและความสามารถในการละลาย (solubility) ของคาร์บอนในออสเตนไนท์สูง ปริมาณคาร์บอนเทียบเท่า (Carbon Equivalent) ภายในออสเตนไนท์ที่จำเป็นสำหรับการทำออสเทมเปอร์มีค่าเท่ากับ 4.3-4.60 เมื่อปริมาณคาร์บอนในออสเตนไนท์ทั่วทั้งหมดมีเพียงพอก็จะถูกทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วจากอุณหภูมิการออสเตนไนไทซิง (Austenitizing Temperature) ลงมาที่อุณหภูมิออสเทมเปอร์ (Austempering Temperature) และคงอุณหภูมิไว้ด้วยเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนเฟส จากการศึกษาที่ผ่านมา (Kovacs, 1991, J. Achary and D. Venugopalan, 2000, J.Mallia, M.Grech and R.E.Smallman, 1998, C.H.Chang and T.S.Shih) พบว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำออสเทมเปอร์นี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ออสเตนไนท์ (γ_o) เปลี่ยนเฟสที่อุณหภูมิคงที่ (isothermal transformation) ไปเป็นออสเฟอไรต์ซึ่งก็คือเฟสเฟอไรต์ (α) ที่มีรูปทรงแหลมกับเฟสที่มีเสถียรภาพของออสเตนไนท์และมีปริมาณคาร์บอนละลายอยู่สูง γ_s



ขั้นที่ 2 ออสเตนไนท์ (γ_s) ที่มีเสถียรภาพแตกตัวให้เฟสเฟอไรต์กับคาร์ไบด์ซึ่งเรียกรวมว่าเบนไนท์นั่นเอง





ภาพที่ 1 : ลักษณะของการทำออสเทมเปอร์ขึ้นที่ลดลงบนแผนภูมิการเปลี่ยนเฟสระหว่างการเย็นตัวต่อเนื่อง (CCT-Diagram)

แต่อย่างไรก็ตามเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์ (ADI) เป็นเหล็กหล่อที่มีส่วนผสมเคมีเฉพาะช่วงเท่านั้นที่จะสามารถนำมาผ่านกระบวนการออสเทมเปอร์แล้วได้โครงสร้างเป็นเบนไนต์ ดังที่กล่าวไว้ว่า ปริมาณคาร์บอนเทียบเท่าต้องอยู่ในช่วง 4.30-3.60 และจากภาพที่ 1 ซึ่งแสดงลักษณะของการทำออสเทมเปอร์ขึ้นที่ลดลงบนแผนภูมิการเปลี่ยนเฟสระหว่างการเย็นตัวต่อเนื่อง (CCT-Diagram) จะเห็นได้ว่าจะต้องควบคุมให้อัตราการเย็นตัวจากอุณหภูมิออสเทนไนต์ซึ่งลงมาถึงอุณหภูมิออสเทมเปอร์เร็วพอที่จะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนเฟสเป็นเฟลไลต์ซึ่งจะเป็นไปได้ยาก แต่พบว่าการเติมธาตุผสมบางธาตุลงไปจะส่งผลช่วยเพิ่มความสามารถในการชุบแข็ง (Hardenability) คือช่วยให้บริเวณที่จะเกิดเฟลไลต์ในแผนภูมิการเปลี่ยนเฟสตามความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาเลื่อนออกไปทางขวามือหมายถึงช่วยเพิ่มเสถียรภาพของเฟสออสเทนไนต์และช่วยป้องกันการเปลี่ยนเฟสเป็นเฟลไลต์ระหว่างการทำให้โลหะเย็นตัวจากอุณหภูมิออสเทนไนต์ซึ่งลงมาถึงอุณหภูมิออสเทมเปอร์ (M. F. Burditt, 1999) ธาตุผสมที่ใช้กันอยู่ได้แก่ ธาตุนิเกิล (Ni) และ โมลิบดีนัม (Mo) ซึ่งเป็นกลุ่มธาตุที่มีราคาแพง ส่งผลให้ราคาเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์มีราคาสูง ดังนั้นเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์จึงยังไม่ได้ได้รับความนิยมมากนัก ทั้งๆที่มีคุณสมบัติเชิงกลหลายประการที่เด่นกว่าเหล็กหล่อและเหล็กเหนียวบางเกรด ดังนั้นในโครงการวิจัยโครงการนี้จึงมุ่งที่จะ

ศึกษาถึงการปรับปรุงส่วนผสมของเหล็กหล่อเหนียว (Ductile Cast Iron) ใหม่ โดยจะทำการผสมธาตุทองแดง (Cu) ลงไปแทนธาตุนิเกิล (Ni) ซึ่งทองแดงเป็นธาตุที่มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับธาตุนิเกิล ซึ่งจะลดต้นทุนการผลิตเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์ให้ต่ำลงได้. โดยธาตุทองแดงมีคุณสมบัติหลายประการที่ส่งผลต่อเหล็กหล่อเหนียวเหมือนกับธาตุนิเกิล (M. F. Burditt, 1999 S.Yazdani & R.Elliott , 1999และ มนัส สติรจินดา, 2536) เช่น

1. ช่วยให้เกิดกราไฟต์ (Graphitizer) และมีอิทธิพลเทียบเท่ากับธาตุนิเกิลคือประมาณ +0.3 เท่าของธาตุ Si
2. ถ้าผสมธาตุทองแดงลงไปจะมีผลช่วยลดการเกิดคาร์ไบด์ (Carbide) ขนาดใหญ่ซึ่งโดยทั่วไปงานหลอมมักจะเกิดคาร์ไบด์ในบริเวณที่มีความหนาแน่นมาก ๆ ส่งผลให้สมบัติเชิงกลต่ำ แต่หากผสมธาตุทองแดง ลงไปประมาณ 2 % จะพบว่าไม่เกิด Carbide ในบริเวณที่มีความหนาแน่นมาก ๆ
3. หากผสมธาตุทองแดงลงในเหล็กหล่อจะทำให้เฟลไทต์มีเสถียรภาพ และไม่เกิดเฟอไรต์ เหล็กหล่อจึงมีโครงสร้างที่เป็นเนื้อพื้น (Matrix) ที่สม่ำเสมอ แต่ธาตุนิเกิลมีผลช่วยเพิ่มเสถียรภาพให้กับออสเตนไนต์ซึ่งมีความแข็งแรงต่ำแต่ความเหนียวสูง ดังนั้นเมื่อทำออสเทมเปอร์จึงมีโอกาสไม่ได้โครงสร้างเนื้อพื้นเฟอไรต์รูปทรงแหลมและเบนไนต์ที่มีทั้งความแข็งแรงสูงและมีความเหนียวดี
4. ทองแดงเป็นธาตุที่ช่วยเพิ่มคุณสมบัติความสามารถในการชุบแข็งเช่นเดียวกับธาตุนิเกิล ดังนั้นเมื่อผสม ธาตุทองแดงจะทำให้คุณสมบัติความเค้นแรงดึงและความแข็งเพิ่มมากขึ้นแต่จะต้องผสมธาตุทองแดง ในปริมาณไม่มากกว่า 2.5% เพราะจะกลับทำให้คุณสมบัติความเค้นแรงดึง และความแข็งแรงลดลงเนื่องจากธาตุทองแดงสามารถละลายในเหล็กได้มากที่สุดประมาณ 3-3.5% ถ้าผสมธาตุทองแดงมากกว่าความสามารถในการละลาย ธาตุทองแดงส่วนเกินจะไปจับตัวรวมกันที่ขอบเกรน (Segregation) อย่างไรก็ตามหากต้องการผสมธาตุทองแดงมากๆ จะต้องผสมร่วมกับธาตุนิเกิลซึ่งการผสมนิเกิล 1% จะทำให้ความสามารถในการละลายของธาตุทองแดงเพิ่มขึ้น 0.4%(แต่โดยรวมแล้วผลของ Ni ที่มีต่อค่าความเค้นแรงดึง และความแข็งจะมีน้อยกว่าในธาตุทองแดง)
5. ธาตุทองแดงไม่มีส่วนในการเพิ่มเสถียรภาพให้กับ Pearlite ที่อุณหภูมิสูงกว่า 450 °C เช่นเดียวกับธาตุนิเกิล
6. ธาตุทองแดง ช่วยเพิ่มความสามารถในการกลึง-ไส (Machine ability) ให้ดีขึ้น

10.5 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อเป็นการปรับปรุงและพัฒนาส่วนผสมทางเคมีของเหล็กหล่อเหนียวสำหรับนำมาผลิตเป็นเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์ Austempered Ductile Cast iron (ADI) โดยมีแนวคิดเพื่อที่จะลดต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าเดิม แต่ยังคงรักษาหรือเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลที่ดีไว้
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของการเติมทองแดงต่อการเปลี่ยนเฟสและคุณสมบัติเชิงกลหลังการอบชุบออสเทมเปอร์ของเหล็กหล่อเหนียว
3. เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับงานวิจัยให้กับนักวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมทั้งเป็นข้อมูลความรู้ให้แก่โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องกับการผลิตเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ (โปรดดูคำชี้แจง)

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำส่วนผสมทางเคมีใหม่ของเหล็กหล่อเหนียวที่ผ่านการอบชุบด้วยวิธีออสเทมเปอร์มาใช้แทนเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์เกรดคุณภาพเดิมโดยที่คุณสมบัติเชิงกลไม่เปลี่ยนแปลงหรือดีขึ้นในบางคุณสมบัติ ซึ่งส่วนผสมทางเคมีใหม่นี้เป็นส่วนผสมที่มีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์เกรดคุณภาพเดิม

ดังนั้นหากนำความรู้ในส่วนนี้ไปเผยแพร่สู่หน่วยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโลหการและวัสดุศาสตร์และโรงงานหล่อ จะช่วยเป็นข้อมูลพื้นฐานสนับสนุนงานวิจัยต่อไปหรือนำไปประยุกต์ใช้กับการผลิตเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์เพื่อลดต้นทุนให้ต่ำกว่าเดิม ทำให้โรงงานมีกำไรมากขึ้นจากการขายเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์ หรืออาจส่งผลให้ราคาเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์ในท้องตลาดมีราคาต่ำลง

12. หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สถาบันการศึกษาและหน่วยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโลหการและวัสดุศาสตร์
2. ผู้ประกอบการประเภทงานหล่อ

13. ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิด (Conceptual Framework)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อของความสำเร็จและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัยจะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะทำการปรับปรุงส่วนผสมทางเคมีของเหล็กหล่อเหนียวสำหรับที่จะนำมาผลิตเป็นเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์โดยมีแนวความคิดที่จะผสมธาตุทองแดงลงไปแทนธาตุ निकิล

ซึ่งราคาของธาตุทองแดงนั้นถูกกว่ามากเมื่อเทียบกับธาตุ निकเกิล โดยจากข้อมูลการศึกษาที่ผ่านมา ก็พบว่าธาตุทองแดงนั้นมีอิทธิพลในเหล็กหล่อคล้ายคลึงกับธาตุ निकเกิล

14. เอกสารอ้างอิง (Reference) ของโครงการวิจัย

- M. F. Burditt, Ductile Iron Handbook , American Foundrymen's Society , Inc. , USA , 1999
- E. Dorazil , High Strength Austempered Ductile Cast Iron , Ellis Horwood Limited, England, 1991
- J. Liu & R.Elliott , The influence of cast structure on the austempering of ductile iron , Int.J.Cast Metals Res., 1999 , 11 , pp. 407-412 ,
- J. Achary & D. Venugopalan , Microstructural Development and Austempering Kinetics of Ductile iron during Thermomechanical Processing , Metallurgical and Materials Transactions A , vol. 31A. October , 2000 , p.p 2575-2585
- C.H.Chang & T.S.Shih , Ausferite Transformation in Austempered Alloyed Ductile Irons , pp. 56-63
- S.Yazdani & R.Elliott , Influence of molybdenum on austempering behaviour of ductile iron (part 1 – Austempering kinetics and mechanical properties of ductile iron containing 0-13%Mo , Materials Science and Technology , vol 15, May 1999 , pp. 531-540
- T. S. Shih and Z-C. Yang , Effect of Nickel and processing variables on the mechanical properties of Austempered ductile irons , Int.J.Cast Metals Res., vol. 10, 1998 , pp. 335-344
- J.Mallia , M.Grech and R.E.Smallman , Effect of silicon content on transformation kinetics of austempered ductile iron , Materials Science and Technology, Vol.14 , May 1998, pp. 452-460
- รศ. มนัส สติรจินดา, เหล็กหล่อ (Cast Iron) , พิมพ์ครั้งที่ 3 กุมภาพันธ์ 2536 , โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอนคือ

1.การคิด คำนวณ ออกแบบส่วนผสม(Composition)

ทำการคำนวณหาผลกระทบของธาตุผสมต่อเหล็กหล่อเหนียว (Ductile Cast Iron และออกแบบส่วนผสมโดยตัวหลักจะใช้ทองแดงทดแทน निकเกิล

2.การหล่อหลอมเหล็ก(Casting)

เพื่อให้ได้เหล็กหล่อเหนียวที่มีส่วนผสม(Composition) ที่กำหนดโดยไม่เติมธาตุ นิกเกิล และมีลักษณะการกระจายอย่างสม่ำเสมอตัวของกราฟไฟต์ที่มีลักษณะกลม

3.การตรวจสอบชิ้นงานเหล็กหล่อ

เป็นการตรวจสอบส่วนผสมของเหล็กหล่อว่าจะมีส่วนผสมตามที่ต้องการหรือไม่ โดยใช้เครื่องตรวจสอบส่วนผสมทางเคมี Emission Spectrometer ทำการตรวจวัด และวัดการกระจายตัวรวมทั้งความกลมของกราฟไฟต์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบลำแสงส่องผ่านที่มีกำลังขยายสูง

4.การทำออสเทมเปอร์

ในขั้นตอนนี้สามารถแบ่งได้ 2 หัวข้อใหญ่ๆคือ

4.1 ขั้นตอนการทำออสเทนไนท์ซึ่งเป็นการอบชิ้นงานในเตาไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงของโครงสร้างออสเทนไนท์คือช่วงอุณหภูมิประมาณ 850-950 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการอบประมาณ 30-120 นาที ซึ่งในขั้นต้นจะมีการหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ออสเทนไนท์ที่คาร์บอนเข้าไปละลายอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อผลของการทดลองจะได้ให้เหล็กที่มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

4.2 ขั้นตอนการทำออสเทมเปอร์ซึ่งเป็นการลดอุณหภูมิของชิ้นงานที่ผ่านการอบ ณ อุณหภูมิออสเทนไนท์ซึ่งลงมาอยู่ในช่วงของอุณหภูมิออสเทมเปอร์

5.การจัดชิ้นงานและตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค

เพื่อเป็นการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานที่ผ่านการทำออสเทนไนท์และ ออสเทมเปอร์ด้วยอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบลำแสงส่องผ่านและกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดในการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค จากนั้นจึงทำการถ่ายรูปเพื่อนำรูปถ่ายโครงสร้างจุลภาคของแต่ละชิ้นงานทดสอบมาเปรียบเทียบกันรวมทั้งเปรียบเทียบกับคุณสมบัติเชิงกล

6.การทดสอบคุณสมบัติเชิงกล

การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นงานทดสอบจะทำการทดสอบโดยการวัดความแข็งแรง การทดสอบแรงดึงเพื่อหาสมบัติเชิงกล ได้แก่ ความเค้นจุดคราก (Yield strength), ความเค้นแรงดึงสูงสุด (Ultimate tensile strength) และเปอร์เซ็นต์การยืดตัว (% Elongation) แล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับเหล็กหล่อเหนียวออสเทมเปอร์เกรดที่มีนิกเกิลผสมอยู่ว่าจะมีค่า

มากกว่าหรือใกล้เคียงกับค่าในมาตรฐานหรือไม่ และนำวิเคราะห์หาปริมาณออสเทนไนต์ตกค้างโดยใช้ การหักเหของรังสีเอ็กซ์ (X-ray Diffraction, XRD)

7.การวิเคราะห์ผลของตัวแปรต่างๆ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล และข้อมูลต่างๆที่ได้จากการทดลอง มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อการทำออสเทนเปอริง

8.วิเคราะห์ , สรุปผล และเขียนรายงาน

วิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมในการทำออสเทนเปอริงสำหรับเหล็กหล่อกราไฟต์ กลมที่มีส่วนผสมของธาตุทองแดงที่ใช้ทดแทนนิเกิลตามการทดลอง และวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำการทดลอง รวมทั้งหาแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นๆไว้ พร้อมกันนี้ยังทำการวิเคราะห์ต้นทุน-กำไร(Cost-Benefit analysis)ของโครงการเพื่อนำไปเผยแพร่และนำไปใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรม

แนวคิด และ ขั้นตอนการทดลองโดยละเอียด รวมทั้งการวิเคราะห์ ข้อสรุปและคำแนะนำในการนำการทดลองนี้จะถูกนำเสนอโดยละเอียดในงานประชุมเทคโนโลยีการหล่อแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1 และในรายงานฉบับสมบูรณ์ รวมทั้งครอบคลุมไปถึงการเขียนบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารต่างๆ ด้วย

16. ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปถึงการใช้ธาตุผสมได้แก่ ธาตุทองแดง ทดแทนการผสมนิเกิลที่มีราคาแพงลงในเหล็กหล่อเหนียวออสเทนเปอริง เพื่อให้ได้คุณสมบัติต่างๆของเหล็กหล่อเหนียวออสเทนเปอริงที่ผสมธาตุทดแทนมีความทัดเทียมกับของเหล็กหล่อเหนียวออสเทนเปอริงที่ผสมธาตุนิเกิล ซึ่งจะช่วยให้ต้นทุนการผลิตเหล็กหล่อเหนียวออสเทนเปอริงลดลง แต่คุณสมบัติต่างๆมิได้ด้อยลงไปเลย

17. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย และสถานที่ทำการทดลองและ / หรือเก็บข้อมูล

1 ปี (หลังจากได้ทุนสนับสนุน) และสถานที่ทำการทดลองจะอยู่ในส่วนของ อาคารเครื่องมือ 6(F6) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถ. มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-224481 โทรสาร 044-224220

18. แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (ให้ระบุขั้นตอนโดยละเอียด)

1. ทำการหล่อหลอมชิ้นงานทดสอบให้มีส่วนผสมทางเคมีดังนี้ C $3.5 \pm 0.3\%$, Si $2.4 \pm 0.2\%$, Mn $0.4 \pm 0.5\%$, P 0.08% max , Cu $1.4 \pm 0.15\%$, Mo $0.2 \pm 0.05\%$, Fe Bal. และลักษณะของกราฟไฟต์จะต้องมีความกลมและกระจายกันอย่างสม่ำเสมอ โดยการหล่อจะหล่อชิ้นงานที่มีความยาว 30 เซนติเมตร ออกมา 3 ขนาดด้วยกัน คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 (จำนวน 12 ชิ้น) , 5.08 (จำนวน 2 ชิ้น) , 7.62 (จำนวน 2 ชิ้น) เซนติเมตรตามลำดับ
 2. ทำการเครื่องตรวจสอบส่วนผสมทางเคมี Emission Spectrometer
 3. ทำการอบชุบชิ้นงานดังกล่าวด้วยวิธีการดังต่อไปนี้
 - 3.1 นำชิ้นงานมาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม จำนวนชิ้นงานแต่ละกลุ่มมีกลุ่มละ 50 ชิ้นงาน
 - 3.2 นำชิ้นงานแต่ละกลุ่มไปทำการอบที่อุณหภูมิประมาณ 900°C เป็นเวลาต่างๆ กัน เพื่อให้ได้โครงสร้างออสเทนเปเปอร์
- *หมายเหตุ* อุณหภูมิที่ทำการอบหาได้จากการนำชิ้นงานตัวอย่างมาทำการอบที่อุณหภูมิ 850°C และ 950°C (ช่วงอุณหภูมิของโครงสร้างออสเทนไนต์) ที่เวลา 30 , 45 , และ 60 นาที จากนั้นนำชิ้นงานมาขัดดูโครงสร้าง แล้วเลือกใช้อุณหภูมิที่ให้เฟสเฟอไรต์มากที่สุด หลังจากการเย็นตัวในอากาศ
- 3.3 หลังจากนั้นนำชิ้นงานในกลุ่มที่ 1 , 2 และ 3 มาทำการชุบลงในอ่างเกลือที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 240-350 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่างๆ กัน ตั้งแต่ 1-200 นาที
 4. ทำการทดสอบแรงดึงและตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสงส่องและกล้องส่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบกราด
 5. วิเคราะห์ปริมาณเฟสต่างๆ โดยการวิเคราะห์ด้วยการหักเหของรังสีเอ็กซ์
 6. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

19. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี หรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

เมื่อได้ศึกษาถึงอิทธิพลของทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวออสเทนเปเปอร์ทั้งในเรื่องของโครงสร้างจุลภาคและคุณสมบัติเชิงกลของเหล็กหล่อแล้ว ผลงานจะถูกนำไปเสนอในงานการประชุมเทคโนโลยีการหล่อแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1 ในเดือนกันยายน 2545 ซึ่งจะมีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งจากภาคการศึกษาและภาคอุตสาหกรรมโดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก (หล่อเหล็ก) หรือโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ เช่น โรงงานผลิตรถยนต์ที่ต้องใช้เหล็กหล่อกราไฟต์

กลมในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์บางชิ้น เพื่อที่โรงงานเหล่านี้จะได้มีทางเลือกในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการผลิตผลิตภัณฑ์ของตนเองให้มีคุณภาพมากขึ้นหรือเพื่อให้วิศวกรและนักวิจัยที่เกี่ยวข้องได้นำผลลัพธ์ไปขยายผล เพื่อที่จะให้โรงงานอุตสาหกรรมได้นำเอาข้อมูลของการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ของตนเอง โดยจะทำให้โรงงานอุตสาหกรรมมีต้นทุนการผลิตลดลง มีการยอมรับว่ามีคุณสมบัติเชิงกลที่ดี เหมาะสมกับการใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงและความเหนียวอยู่ในเกณฑ์สูงโดยที่ไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่ม แต่ในทางกลับกันยังจะทำให้โรงงานมีกำไรเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย จากนั้นจะจัดทำรายงานและบทความเพื่อที่จะตีพิมพ์ลงในวารสารทั้งของไทยและต่างประเทศ

20. สถานที่ทำการทดลอง

การเตรียมตัวอย่างเหล็กหล่อ การทำออสเทมเปอร์และการวิเคราะห์ผลจะดำเนินการที่อาคารปฏิบัติการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่วนการวิเคราะห์ผลบางอย่างจะส่งวิเคราะห์ยังหน่วยงานที่มีความชำนาญและน่าเชื่อถือ

21. อุปกรณ์ที่จำเป็นในการวิจัย (ถ้ามี)

a. อุปกรณ์การวิจัยที่มีอยู่แล้ว

1. เตาหลอม
2. เตาอบ
3. อ่างเกลือ(Salt Bath)
4. เครื่องขัดกระดาษทราย
5. เครื่องขัดละเอียด
6. เครื่องตรวจสอบส่วนผสมทางเคมี Emission Spectrometer
7. กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
8. เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine(UTM)
9. เครื่องวัดความแข็ง
10. เครื่องวิเคราะห์โดยการหักเหของรังสีเอ็กซ์
11. Printer สำหรับพิมพ์ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาค

b. อุปกรณ์การวิจัยที่ต้องการเพิ่มเติม

1. โลหะเริ่มต้น

1. โลหะเริ่มต้น
2. สลวดวัดความร้อนคู่ควบชนิด K
3. กระดาษทราย
4. ผ้าขัดสำหรับขัดละเอียด
5. ผงขัดอะลูมินาและผงเพชรสำหรับขัดละเอียด
6. ฟิล์มและกระดาษอัดรูป
7. เกจวัดความเครียด (strain gage)

22. งบประมาณของโครงการวิจัย

รายการค่าใช้จ่าย	งบฯ ที่เสนอขอ
1. ค่าใช้สอย	
- ค่าพาหนะ	4,000
- ค่าเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์/ทดสอบและค่าวิเคราะห์/ทดสอบ	13,000
2. ค่าวัสดุ	
- ค่าโลหะ	15,000
- ค่าวัสดุตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค ได้แก่ กระดาษทราย ผ้าขัดละเอียด ผงขัดอะลูมินา ผงขัดเพชร รวมทั้งฟิล์มและกระดาษ อัดรูป	4,000
- ค่าสลวดวัดความร้อนและหัววัดความร้อน	4,000
- ค่าเกจวัดความเครียด	5,000
- ค่าวัสดุสำนักงาน และค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	5,000
รวม	50,000

23. รายละเอียดงบประมาณที่เสนอขอในปีต่อ ๆ ไป ตามหมวดเงินประเภทต่าง ๆ แต่ตลอดการวิจัย
ไม่ใช่โครงการวิจัยต่อเนื่อง

24. รายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัย (กรณีโครงการต่อเนื่อง)
เป็นโครงการใหม่

25. คำชี้แจงอื่นๆ

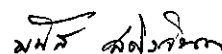
วัสดุส่วนใหญ่ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้แล้วอาจหมดไปได้ ส่วนชิ้นงานตัวอย่างที่ได้จากงานวิจัยสามารถที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการโลหการกายภาพ 3 ได้ต่อไป



นางสาวอุษณีย์ กิตกัทร

หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่ 30 เมษายน 2545



ศ. มนต์ สติริจินดา

หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ

(รักษาการแทน)

วันที่ 30 เมษายน 2545



ผศ. ดร. สิทธีชัย แสงอาทิตย์

หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 30 เมษายน 2545

ส่วน ข : ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ นางสาวอุษณีย์ กิตกำธร
Ms. Usanee KITKAMTHORN
 2. รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ (ถ้ามี)
 3. ตำแหน่งปัจจุบัน
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ
 4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
โทรศัพท์ 044-224481 โทรสาร 044-224220
e-mail : usanee@ccs.sut.ac.th
 5. ประวัติการศึกษา
2540 วศ.บ. (วิศวกรรมโลหการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
2544 วศ.ม. (วิศวกรรมโลหการ) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
Materials Science
 7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ : ระบุสถาน
ภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่
ละข้อเสนอโครงการวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย.....
 - 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือ โครงการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่
และสถานภาพในการทำวิจัย
- Technical Paper :**

- 1) อุษณีย์ กิตกำธร และ อิทธิพล เตียวณิชย์ “โลหะผสมอะลูมิเนียม-ลิเทียมเสริมแรงด้วยซิลิคอนคาร์ไบด์ผลิตโดยกระบวนการ Mechanical Milling and Spark Plasma Sintering” Proceeding of the 1st Thailand Materials Science and Technology Conference, ประเทศไทย, 19-20 กรกฎาคม 2543
 - 2) U. Kitkamthorn, I. Diewwanit, and Y. Murakoshi. Fabrication of Aluminum-Lithium/SiC_p Composite Preform via Mechanical Milling and Spark Plasma Sintering. Proceeding of the 1st International Symposium of Spark Plasma Sintering. Singapore, September, 6-8th 2001.
 - 3) P. Suwanpinij, U. Kitkamthorn, I. Diewwanit and T. Umeda. Solidification Characteristics of 356 380 and 390-type Aluminum Alloys and Influence from copper and Iron. Proceeding of the 7th Asian Foundry Congress. Taiwan, October, 13-14th 2001.
- 7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อแผนงานวิจัย และ/หรือ โครงการวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และสถานภาพในการทำวิจัย.....

แผนการใช้จ่ายเงินอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2545

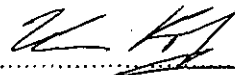
Research Expenditure for Fiscal Year 2002

โครงการวิจัยเรื่อง.....อิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กกล้าเหนียวอสเทมเปอร์

Name of Project

รายการค่าใช้จ่าย Expenditures	งบประมาณ (บาท) Budget (baht)		
	งวดที่ 1* 1 st Installment	งวดที่ 2 2 nd Installment	รวมทั้งหมด Total
1. ค่าจ้างชั่วคราว ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด) Temporary Wages (Show details)			
รวมค่าจ้างชั่วคราว Total			
2. ค่าตอบแทน ใช้สอย วัสดุ ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด) Compensation, Service contracting, and nonrenewable materials expenses (show details)			
- ค่าพาหนะ	- 2,000.-	- 2,000.-	- 4,000.-
- ค่าเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์/ทดสอบ และ ค่าวิเคราะห์ ทดสอบ	- 7,000.-	- 6,000.-	- 13,000.-
- ค่าโลหะ	- 8,000.-	- 7,000.-	- 15,000.-
- ค่าวัสดุตรวจสอบโครงสร้างวัสดุ	- 2,000.-	- 2,000.-	- 4,000.-
- ค่าลดอัตราดอกเบี้ย และ ค่าวัสดุตามข้อ	- 1,500.-	- 2,500.-	- 4,000.-
- ค่าเงาวัสดุตามวิธี	- 2,500.-	- 2,500.-	- 5,000.-
- ค่าวัสดุสำนักงาน และ ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด	- 2,000.-	- 3,000.-	- 5,000.-
รวมค่าตอบแทน ใช้สอยและค่าวัสดุ Total	- 25,000.-	- 25,000.-	- 50,000.-
3. ค่าครุภัณฑ์ ประกอบด้วย (โปรดแสดงรายละเอียด) Equipment (show details)			
รวมค่าครุภัณฑ์ Total			
รวมทั้งสิ้น (1+2+3) Grand total	- 25,000.-	- 25,000.-	- 50,000.-

(ลงชื่อ)



หัวหน้าโครงการ

Head of Project

(อ.อนุสรณ์ กิตติ์ธรรม)

21 / 8.ค. / 2545

15/3

17

23 8.ค. 45

หมายเหตุ * ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของงวดที่ 1 เบิกได้ไม่เกินร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายทั้งโครงการในแต่ละปี ยกเว้นกรณีที่มี

1) มีความจำเป็นต้องตั้งเบิกเกินกว่านี้ไว้ทำบันทึกชี้แจงเหตุผลเสนอขออนุมัติจากผู้ดำเนินการสถาบันวิจัยและพัฒนาแนบมาด้วย

2) มีรายการครุภัณฑ์ ให้หักค่าครุภัณฑ์ทั้งหมดออกจากเงินอุดหนุนการวิจัยทั้งโครงการก่อน ส่วนงบฯ ที่เหลือให้เบิกจ่ายใน รายการค่าจ้างชั่วคราว

ค่าตอบแทน ใช้สอยและค่าวัสดุ รวมกันแล้วไม่เกินร้อยละ 50

28/09/02 11:05 1059K*2350 707-215511 BY BR707
NEW P/S NO.-00002522037

(สมุดเล่มนี้สามารถตรวจสอบยอดคงเหลือโดยเครื่องรับยอดสมุดอัตโนมัติได้)

ได้ทุกสาขาทั่วประเทศที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ON - LINE

ชื่อบัญชี..... มทส. โครงการอิทธิพลของทองแดง
NAME

ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน)
THE SIAM COMMERCIAL BANK PUBLIC COMPANY LIMITED

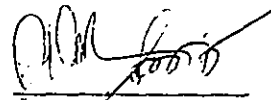
สาขาย่อย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บัญชีเงินฝากออมทรัพย์ เลขที่
SAVINGS ACCOUNT NO.

707-2

-15511-8

2522037



ผู้มีอำนาจลงนาม
AUTHORIZED SIGNATURE

การเปิดบัญชีเงินฝากโครงการวิจัย

เอกสารประกอบสัญญาที่ 44/2545

โครงการวิจัยเรื่อง ศึกษาผลกระทบทางเทคโนโลยีสารสนเทศต่อสังคมไทย

ชื่อบัญชี อภ. โดเมน (อภ.อิต) ลงวันที่ ๑๖/๑๑/๙๙

เลขที่บัญชี ๗๐๗ - ๒ - ๑๕๕๑๑ - ๘

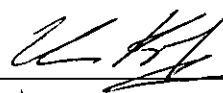
ธนาคาร ไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) สาขาซอย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายนามผู้มีอำนาจสั่งจ่าย

1. พ.อ.อ.อ. อ.อ.อ. อ.อ.อ. คณบดี
2. อ.อ.อ. อ.อ.อ. อ.อ.อ. หัวหน้าสถานวิจัย
3. อ.อ.อ. อ.อ.อ. อ.อ.อ. หัวหน้าโครงการวิจัย

เงื่อนไขการสั่งจ่าย

ผู้มีอำนาจสั่งจ่าย 2 ใน 3

ลงนาม 

(อ.อ.อ. อ.อ.อ. อ.อ.อ.)

ผู้รับทุน



บันทึกข้อความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

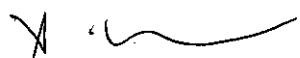
สถาบันวิจัยและพัฒนา
รับที่..... 1139/41
วันที่..... 3 มิ.ย. 2545
เวลา..... 14.20 น.

หน่วยงาน สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โทรศัพท์ 4423 โทรสาร 4220
ที่ ทม 5117(7)/198 วันที่ 2 มิ.ย. 2545
เรื่อง ส่งสัญญาเพื่อขอรับทุนโครงการวิจัย 2545

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ส่งสัญญาเพื่อขอรับทุนโครงการวิจัย 2545 ชื่อโครงการอิทธิพลของธาตุทองแดงในเหล็กหล่อเหนียวอสเทมเปอร์ ผู้รับผิดชอบโครงการคือ อ.อุษณีย์ กิตกำธร รายละเอียดตามเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธีชัย แสงอาทิตย์)
หัวหน้าสถานวิจัย สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
ปฏิบัติการแทนคณบดี