



เอกสารอ้างอิง

1. วิชัย พงษ์ชวราชิกุล และคณะ, คู่มือการควบคุมหม้อไอน้ำ, ฝ่ายตรวจสอบหม้อไอน้ำ และถึงความดัน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 2, 2531.
2. สุชัย ศศิวิมลพันธ์, เทคโนโลยีไอน้ำ, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), พิมพ์ครั้งที่ 3, 2526.
3. พุคขุนางะ อิจิโระ, เทคนิคการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลในโรงงาน, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), พิมพ์ครั้งที่ 1, 2530.
4. ณรงค์ วุฑฒเสถียร, การปรับสภาพน้ำในอุตสาหกรรมและหม้อไอน้ำ, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2529.
5. วิลาส วุวงศ์, "Expert Systems วิศวกรรมความรู้", วารสารคอมพิวเตอร์วิวิ, 31, 60-66, 2529.
6. ก้องเกียรติ โอภาสวงการ, "Expert System ศักยภาพใหม่แห่งวงการคอมพิวเตอร์", วารสารไมโครคอมพิวเตอร์, 31, 119-123, 2530.
7. อุนมงคล ศิริเวทิน, "การสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ : ผลการวิเคราะห์ระบบต้นแบบ 8 ระบบ", เอกสารการประชุมทางวิชาการในงานคอมพิวเตอร์ไทย'88, หน้า 161-182, สมาคมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย, 2531.
8. IHI-STPRESS Boiler, Instruction Manual : KM OZA - 06A Package Boiler, Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., ltd.
9. Spirax Sarco, หลักสูตรการใช้ไอน้ำ, บริษัท สไปแรกซ์ซาร์โก จำกัด, 2530.
10. Kumura, S.R., Sanjay Joshi, R.L.Kashyap, C.L. Moodie and T.C. Chang. "Expert Systems in Industrial Engineering", International Journal of Production Research, Vol 24, No. 5, 1986.
11. Martin, James and Steven Oxman, Building Expert System : A tutorial, Prentice - Hall International Inc., 1988.
12. Giarrantano, Joseph and Gary Riley, Expert Systems: Principle and Programming, PWS - KENT Publishing Company, 1989.

13. Teknowledge, M.1 Reference Manual, Teknowledge Inc., 1988.
14. Robertson, W.S., Boiler Efficiency and Safety, The Macmillan Press Ltd., 1st ed., 1981.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก. ข้อกำหนดทางเทคนิคของหม้อไอน้ำที่ทำการศึกษาวิจัย

ลักษณะทั่วไป

ชนิดของหม้อไอน้ำ	แบบท่อไฟนอนสำเร็จรูป
ความดันใช้งาน	10 กก./ตร.ซม. หรือ 140 ปอนด์/ตร.นิ้ว
อุณหภูมิของไอน้ำอิ่มตัว	170 °c หรือ 340 °F
กำลังการผลิตไอน้ำ	10 ตัน/ชม.
แรงม้ากำลังงาน	8,400 Hp หรือ 6,000 กิโลวัตต์
แรงม้าหม้อไอน้ำ	600 BHp
การถ่ายเทความร้อน	5,000 x 10 ³ กิโลแคลอรี/ชม. หรือ 20,000 x 10 ³ Btu/ชม.
พื้นที่ผิวรับความร้อน	150 ตร.เมตร หรือ 1,500 ตร.ฟุต
ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	90 %
เชื้อเพลิงที่ใช้จุดไฟ	ก๊าซโพรเพน ความดัน 280 มม.ปรอท
น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้	น้ำมันก๊าดหรือน้ำมันเตาเกรด A,B หรือ C
ระบบกระแสลมแรง	แบบเป่า (Forced draft fan)
อุณหภูมิของน้ำป้อน	20 °c หรือ 70 °F
กำลังงานไฟฟ้าที่ใช้	60 กิโลวัตต์
ความดันของการทดสอบอัดน้ำ	16 กก./ตร.ซม. หรือ 220 psig
ความจุของน้ำในหม้อไอน้ำ	8,000 กก.
น้ำหนักเปล่าของหม้อไอน้ำ	20,000 กก.
ชนิดของท่อไฟใหญ่	ผนังโค้งเป็นลอน
ชนิดของท่อไฟเล็ก	ท่อเกลียว
การตรวจวัดระดับน้ำ	หลอดแก้ววัดระดับน้ำร่วมกับตัวตรวจจับระดับน้ำ
	แบบอิเล็กทรอนิกส์
ขนาดวาล์วจ่ายไอน้ำ	5 นิ้ว
ขนาดวาล์วป้อนน้ำ	2 นิ้ว
ขนาดวาล์วถ่ายน้ำ	1 1/2 นิ้ว
ขนาดวาล์วระบายอากาศ	1/2 นิ้ว

ขนาดวาล์วเกจวัดระดับน้ำ	1/2 นิ้ว
ขนาดวาล์วถ่ายน้ำเกจวัดระดับน้ำ	3/4 นิ้ว
ขนาดวาล์วถ่ายน้ำสวิทช์ลู่กลอย	3/4 นิ้ว
ขนาดลีนินรัย	2 นิ้ว
ขนาดปล่องไฟ	2 ฟุต วัดด้านใน

ระบบควบคุมการเผาไหม้อัตโนมัติ

หัวฉีด	ใช้ความดันน้ำมันพ่นให้เป็นฝอย
ลักษณะควบคุมการเผาไหม้	Proportional control
การจุดไฟ	จุดด้วยก๊าซ เผาไหม้ด้วยน้ำมัน
แรงดันไฟฟ้าในการจุดนำ	7,000 โวลต์
ความดันน้ำมันที่จะพ่น	10 กก./ตร.ซม. สำหรับน้ำมันก๊าด 21 กก./ตร.ซม. สำหรับน้ำมันเตาเกรด A, B และ C
อุณหภูมิน้ำมันที่จะพ่น	อุณหภูมิห้อง สำหรับน้ำมันก๊าดและน้ำมันเตาเกรด A อุณหภูมิ 80 - 90 °c สำหรับน้ำมันเตาเกรด B อุณหภูมิ 110 - 120 °c สำหรับน้ำมันเตาเกรด C

ระบบกระแสลมแรง

ชนิดของพัดลม	กังหันเทอร์โบ
กำลังเป่า	175 ลบ.เมตร/นาที
ความดันสถิตย์	770 มิลลิเมตรปรอท
กำลังงานมอเตอร์	37 กิโลวัตต์

ปั้มน้ำ

ชนิดของปั้มน้ำ	Cascade pump
กำลังการผลิต	8 ลบ.เมตร/ชม.
ความดันน้ำ	10.5 กก./ตร.ซม. หรือ 150 psig
กำลังงานมอเตอร์	5.5/7.5 กิโลวัตต์

ปั๊มน้ำมัน

ชนิดของปั๊มน้ำมัน	Trochoid pump
ความดันน้ำมัน	10 กก./ตร.ซม.
กำลังการผลิต	1390/1680 ลิตร/ชม. สำหรับน้ำมันก๊าด 1040/1250 ลิตร/ชม. สำหรับน้ำมันเตา
กำลังงานมอเตอร์	1.5 กิโลวัตต์

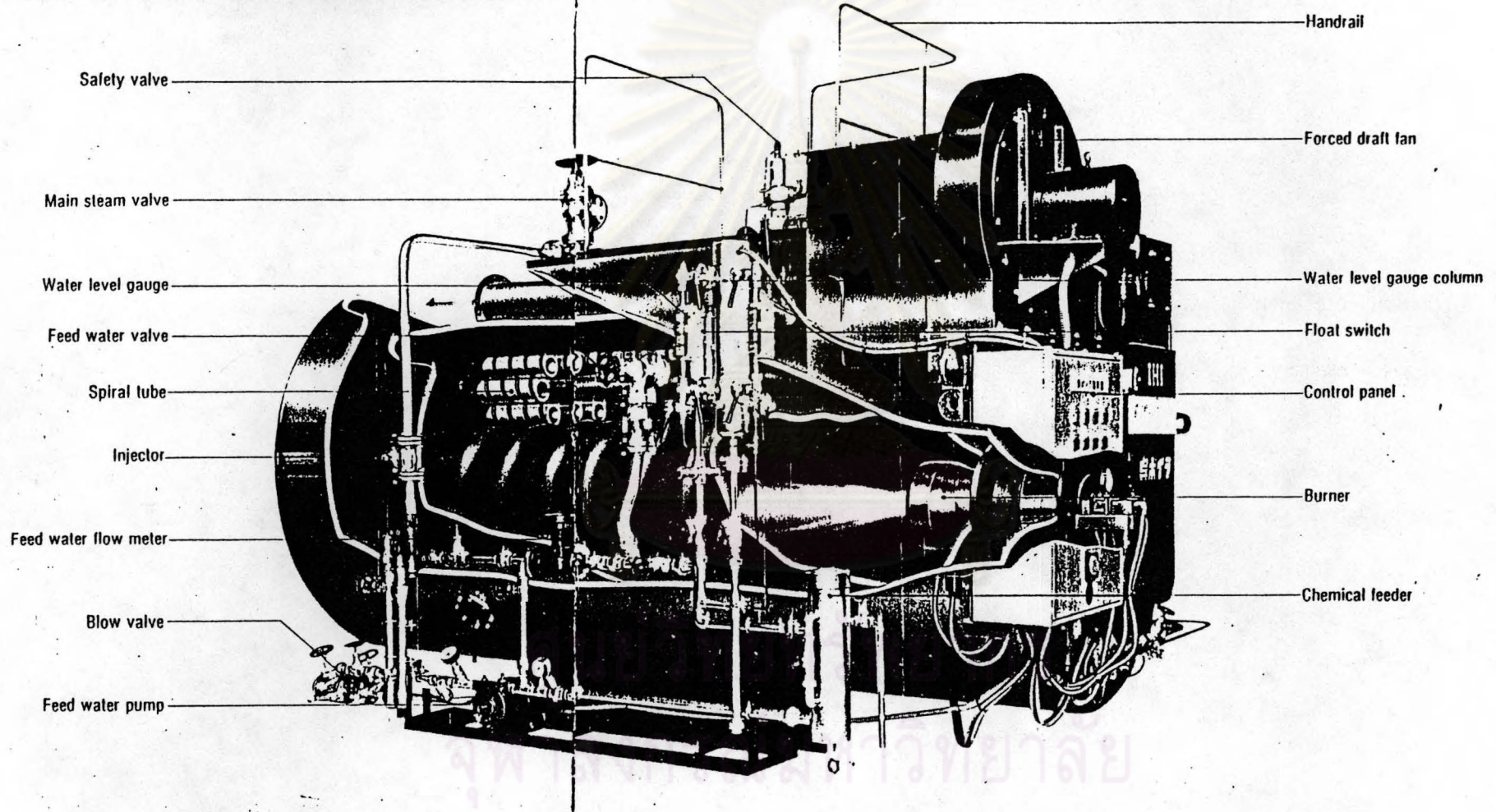
เครื่องอุ่นน้ำมัน

ชนิดของเครื่องอุ่นน้ำมัน	แบบนอน
พื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อน	1.4 ตร.เมตร หรือ 15 ตร.ฟุต
กำลังงานไฟฟ้าที่ใช้	13 กิโลวัตต์
ลักษณะการควบคุม	แบบที่ใช้ไอน้ำ ควบคุมแบบ Proportional แบบที่ใช้ไฟฟ้า ควบคุมแบบ ON-OFF

ระบบควบคุมเพื่อความปลอดภัย

อินเตอร์ล๊อคความดันเกินกำหนด	จะปิดการจ่ายน้ำมันเมื่อความดันสูงถึงค่าที่ตั้งไว้
อินเตอร์ล๊อคความผิดพลาดในการจุดไฟ	จะปิดการจ่ายน้ำมันเมื่อเกิดความผิดพลาดในการจุดไฟ
อินเตอร์ล๊อคระดับน้ำต่ำ	จะหยุดการเผาไหม้เมื่อระดับน้ำต่ำเกินไป
อินเตอร์ล๊อคความดันอากาศสำหรับเผาไหม้	จะไม่เริ่มต้นเผาไหม้ถ้าความดันอากาศเข้าหัวฉีดต่ำกว่าค่าความดันปกติ
อินเตอร์ล๊อคความดันน้ำมันต่ำ	จะปิดการจ่ายน้ำมันเมื่อความดันน้ำมันต่ำ
อินเตอร์ล๊อคอุณหภูมิน้ำมันต่ำ	จะไม่เริ่มต้นการเผาไหม้ถ้าอุณหภูมิน้ำมันไม่สูงถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ (กรณีใช้น้ำมันเตา)
ระบบการเป่าไล่ น้ำมันที่ตกค้าง	จะเป่าไล่ น้ำมันที่ตกค้างจากการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ออกให้หมดก่อนเริ่มจุดไฟ
ระบบสัญญาณเตือน	จะมีสัญญาณเสียงและหลอดไฟแสดงเมื่อเกิดความผิดพลาดในการจุดไฟ ระดับน้ำสูงหรือระดับน้ำต่ำเกินไป

IHI-STPRESS KM BOILER



ภาคผนวก ข. ฐานความรู้ระบบผู้เชี่ยวชาญ (ภาษาไทย)

1. ปั๊มน้ำขัดข้อง (Feed water pump)

1.1 มอเตอร์ขัดข้อง

1.1.1 ไม่หมุน

- แหล่งจ่ายไฟไม่ถูกต้อง
- ฟิวส์ขาด
- สายไฟขาด
- ขดลวดมอเตอร์ขาด
- ตะกรันจับ

1.1.2 หมุนแต่น้ำไม่จ่าย

- ไม้กรองหยาบตัน
- วาล์วที่ท่อทางดูดหรือจ่ายปิด
- ไม่มีน้ำป้อนเข้าถัง
- ไม่ได้ไล่อากาศออกในระหว่างท่อกับหม้อไอน้ำ
- อากาศถูกดูดที่ซีล

1.2 หลอดไฟสัญญาณสำหรับปั๊มน้ำขัดข้อง

1.2.1 ไม่สว่าง

- อิเล็กโตรแมกเนติกคอนแทคเตอร์เสีย
- รีเลย์ความร้อนเสีย
- หลอดไฟขาด
- คอนแทคของรีเลย์ระดับน้ำเสื่อม
- ลูกกลิ้งควบคุมระดับน้ำไม่ทำงาน

1.2.2 สว่าง

- อิเล็กโตรแมกเนติกคอนแทคเตอร์เสื่อม
- ข้อบกพร่องในตัวมอเตอร์ เช่น ลัดวงจรระหว่างเฟสกับกราวด์
เฟสกับเฟส
- สายไฟจากระบบควบคุมไปยังมอเตอร์ขาด

1.3 ตัวปั๊ม

1.3.1 ไม่หมุน

- มีสนิมติดที่ส่วนหมุนของปั๊ม (runner)
- การกัดกร่อนของวัตถุแปลกปลอม
- มีการติดขัดที่ส่วนหมุนของปั๊ม

1.3.2 ปั๊มและมอเตอร์หมุนแต่น้ำไม่จ่าย

- รอบการหมุนยังไม่พอ
- runner และซีลหลุดลอกหลังจากใช้ไปนาน ๆ
- มีอากาศรั่วเข้าไปในท่อดูด
- มีสิ่งแปลกปลอมในวาล์วดูดวาล์วจ่ายและไส้กรองหยาบ
- ปั๊มไม่ได้สเปคตามที่กำหนด
- วาล์วกันกลับที่ท่อดูดรั่ว

1.3.3 ปั๊มน้ำร้อนจัดเมื่อปั๊มหยุดทำงาน

- วาล์วกันกลับที่ท่อส่งน้ำชำรุด, รั่ว
- วาล์วกันกลับติดค้างเนื่องจากตะกอนหรือวัสดุอื่น

1.3.4 มีเสียงดังผิดปกติขณะปั๊มทำงาน

- น๊อตยึดปั๊มน้ำกับมอเตอร์หลวม
- สายพานขับปั๊มน้ำหย่อนหรือชำรุด
- ปั๊มน้ำขาดการหล่อลื่น
- ปั๊มน้ำหมุนผิดทิศทาง
- ลิ้มเปิดวาล์วที่ท่อส่งน้ำหรือท่อดูดน้ำ
- เกิดการอุดตันในท่อส่งหรือท่อดูดน้ำ

1.3.5 ตัวปั๊ม

- มีสิ่งแปลกปลอมเข้าไป
- ตำแหน่งใบพัดไม่ดีหรือศูนย์ของแบร็งไม่ตรงกัน
- เกิดความไม่สมดุลที่วัตถุที่มีการหมุน
- เฟลาเบี้ยวโค้ง
- ศูนย์ของมอเตอร์กับปั๊มไม่ตรงกัน
- การบิดเบี้ยวเนื่องจากท่อต่อ

- คับปลั๊วขางหรือน็อตโบลต์เกิดการสึกหรอขางเดียว
- ฐานยึดไม้ดีหรือน็อตหลวม

2. ระดับน้ำในหลอดแก้วผิดปกติ (Water level gauge)

2.1 น้ำในหลอดแก้วอยู่หนึ่งไม่เปลี่ยนแปลงหรือระดับน้ำในหลอดแก้วทั้ง 2 ไม่เท่ากัน

- มีการอุดตันตามท่อวาล์วหรือท่อที่ต่อเข้าหลอดแก้ว
- หลอดแก้วอยู่ไกลจากตัวหม้อไอน้ำมากเกินไป
- การติดตั้งหลอดแก้วทั้ง 2 ข้าง ไม่ได้ระดับเดียวกัน
- การติดตั้งหม้อไอน้ำเอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง

2.2 ระดับน้ำในหลอดแก้วลดลงทั้ง ๆ ที่ปั๊มทำงาน

- น้ำในถังไม่เพียงพอ
- น้ำในถังมีอุณหภูมิสูงเกินไป
- ลิ้มเปิดวาล์วที่ท่อคูดน้ำหรือท่อส่งน้ำ
- ท่อคูดน้ำหรือท่อส่งน้ำผุกร่อนแตกรั่ว
- มีเศษวัสดุอุดตัวในท่อคูดหรือท่อส่งน้ำหรือไส้กรองที่ท่อคูดน้ำตัน
- ปั๊มน้ำชำรุดหลวม
- แรงดันจากปั๊มน้ำต่ำกว่าในหม้อไอน้ำ

2.3 ระดับน้ำสูงแต่ปั๊มไม่หยุดทำงาน

- ฟังก์ชันรีเลย์ควบคุมระดับน้ำไม่ถูกต้อง
- อิเล็กโตรดตรวจจับระดับน้ำมีตะกรันจับทำให้กระแสไฟฟ้าเดินไม่สะดวก
- ลูกกลอยควบคุมระดับน้ำค้างเนื่องจากมีตะกรันจับ
- ท่อน้ำหรือท่อไอที่ต่อเข้าตัวเครื่องควบคุมระดับน้ำอุดตันหรือปิดวาล์วไว้
- หัวเทียนสำหรับแท่งอิเล็กโตรด (electrode holder) แตกร้าวหรือใส่สลับขั้วกัน
- สายไฟขาด, หลวม, ชำรุด

2.4 ระดับน้ำต่ำแต่ปั๊มน้ำไม่ทำงาน

- มีตะกรันจับที่แท่งอิเล็กโตรดทำให้กระแสเดินไม่สะดวก
- หัวเทียนสำหรับอิเล็กโตรดแตกร้าวหรือใส่สลับขั้วกัน
- สายไฟขาด, หลวม, ชำรุด

- การติดตั้งปรับระดับไม่เหมาะสม
- ลูกลอยควบคุมระดับน้ำชำรุด
- ฟังก์ชันของรีเลย์ควบคุมระดับน้ำไม่ถูกต้อง
- อิเล็กโตรดตรวจจับระดับน้ำลัดวงจร
- ลูกลอยควบคุมระดับน้ำค้างเนื่องจากมีตะกอนจับ
- ท่อน้ำหรือท่อไอที่ต่อเข้าเครื่องควบคุมระดับน้ำอุดตันหรือปิดวาล์วไว้

3. อ่านค่าความดันจากเกจความดันได้ผิดปกติ

3.1 อ่านค่าความดันได้ต่ำกว่าปกติ (Underpressure)

- น้ำในถังพักน้ำหมด
- เครื่องสูบน้ำชำรุด ดูหัวข้อ 1 บีมน้ำขัดช่อง
- ท่อสวิทช์ความดันอุดตัน, สวิทช์ความดันชำรุด
- ลินินรัยรั่ว
- ไล่กรองหยาบเกือบตันหรือตัน
- เกจวัดความดันชำรุด
- น้ำในหม้อไอน้ำแห้ง

3.2 อ่านค่าความดันได้สูงกว่าปกติ (Overpressure)

- ท่อส่งน้ำเข้าหม้อไอน้ำใกล้จะตัดหรือมีสิ่งสกปรกอุด
- วาล์วกันกลับไม่เปิด
- ลิ้มเปิดวาล์วจ่ายไอ
- ตั้งช่วงแตกต่างของความดันในสวิทช์ความดันกว้างเกินไป
- เกจความดันชำรุด
- สวิทช์ความดันชำรุด

4. ปัญหาจากน้ำในหม้อไอน้ำ

4.1 เกิดประทุเกิดฟอง (Priming and foaming)

- มีโลหะแขวนลอย
- มีผงซักฟอก, น้ำมันและไขมันในน้ำ
- มีความเป็นด่างมากเกินไป

- มี TDS สูงเนื่องจากการถ่ายน้ำน้อยเกินไป
- ใส่สารเคมีห้ามสนิมหรือห้ามตะกรันมากเกินไป

4.2 แครี่โอเวอร์ (Carry over)

- มีผงซักฟอก, น้ำมัน, ไขมัน
- ท่อไอน้ำเล็กเกินไป
- TDS มากกว่า 2500 ppm
- หม้อไอน้ำถูกใช้งานผลิตไอน้ำสูงเกินไป
- มีการกลั่นตัวในถังพักไอน้ำ, ไม่มีการแยกน้ำที่กลั่นตัวแล้วออกจากถังพักไอน้ำ
- มีการนำไอน้ำไปใช้อย่างกระทันหันจนไม่สามารถผลิตไอน้ำได้ทัน ทำให้มีละอองน้ำหลุดไปด้วย
- มีการสูญเสียความร้อนที่ท่อจ่ายไอน้ำมาก

4.3 ตะกรันจับตามผิวสัมผัสไฟ

- ขาดการบำรุงรักษา Softener ที่ถูกต้อง
- ใช้น้ำบาดาลโดยไม่ปรับปรุงสภาพน้ำ
- น้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำมีความกระด้างสูง มี Ca, Mg, CaCO_3 , MgCO_3 , CaSO_4

4.4 น้ำมีตะกอนมาก, น้ำขุ่น

- มีน้ำมันปะปนในน้ำ
- มีสารละลายแขวนลอย เช่น ตะไคร่น้ำ, สาหร่ายหรือโคลน

4.5 ส่วนที่สัมผัสน้ำพุร้อนเป็นรูพรุน

- มีแร่ธาตุในน้ำ
- สภาพน้ำเป็นกรด pH ต่ำกว่า 7 มี HCl, H_2SO_4 ละลายอยู่ในน้ำ
- มี CO_2 ละลายอยู่ในน้ำ
- มี O_2 ละลายอยู่ในน้ำ

4.6 การแตกร้าวในเนื้อโลหะ

- โครงสร้างรับแรงดันไม่แข็งแรงพอ
- น้ำเป็นด่างมากเกินไป มี NaCO_3 , $\text{Na}(\text{HCO}_3)$, NaOH มาก

4.7 ท่อไฟใหญ่, เพดานเตาหรือผิวสัมผัสไฟชำรุดบวม (เสี้ยวรูป)

- น้ำในหม้อไอน้ำแห้งไม่มีน้ำหล่อเย็น
- มีตะกอนจับตามผิวสัมผัสไพพหนา
- มีโคลนตะกอนสะสมอยู่ในหม้อไอน้ำมาก

4.8 การแตกของปลายท่อไวกับผนังหน้า-หลัง

- มีความแตกต่างในอุณหภูมิระหว่างน้ำไหลเข้าและไหลออก
- ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำไหลกลับ
- เกิด Thermal cycling ในขณะที่ไหลเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมาก

5. ปัญหาจากไอน้ำ

5.1 ไอน้ำไม่พอใช้

- เตาและท่อไฟสกปรก
- กระจบอกฉีกสกปรก
- ความดันน้ำมันต่ำไป
- มีการรั่วที่ซีลด้านหลังหรือที่อิฐทนไฟ
- หม้อไอน้ำมีกำลังผลิตไม่เพียงพอ
- ระดับน้ำในหม้อไอน้ำสูงไป
- น้ำในหม้อไอน้ำแห้ง
- ล้นนิริภัยรั่ว

5.2 เกิด Water hammer ในท่อจ่ายไอน้ำ

- ไอน้ำมีน้ำปนมาก
- การติดตั้งท่อทางไม่ถูกต้อง
- มี TDS อยู่ในน้ำมากเกินไป

6. ปั๊มน้ำมันขัดข้อง (Fuel oil pump)

6.1 มอเตอร์ขัดข้อง

6.1.1 มอเตอร์ไม่ทำงานและรีเลย์ไม่ทำงาน

- รีเลย์ไม่ตีกลับมาที่ตำแหน่งเดิมเนื่องจากผิวสัมผัสเสียหรือคอยล์เสีย
- เทอร์โมสติก มีคอนแทคสกปรก
- คอนแทคของรีเลย์ความร้อนเสีย

- คอนแทกของสายไฟจากแผงควบคุมไปมอเตอร์เสีย
- เทอร์โมสตัทเสียเนื่องจากหม้อแปลงแรงดันต่ำของรีเลย์เสีย
- สายไฟแรงดันต่ำขาด

6.1.2 มอเตอร์ไม่ทำงานและรีเลย์ทำงาน

- หัวต่อสายไฟหลวมที่ปลาย
- ปุ่ม bound-up หมุนไม่ได้
- พัดลมล๊อค ชัดกับตัวเรือน (case)
- คาร์ปาซิเตอร์เสีย
- แปรรงถ่านลิก
- วงจร thermal overload ในขดลวดมอเตอร์ขาด
- ขดลวดสตาร์ทไหม้
- แบรีงมอเตอร์ติดขัด
- สวิตช์มอเตอร์เสีย

6.1.3 มอเตอร์ทำงานแต่ไม่มีน้ำมันส่งไป

- การ coupling หลวม
- มีการรั่วในท่อคูด
- ตัวปั๊มเสีย
- ไล่กรองหยาบอุดตัน
- ท่อระบายอากาศเปิดในถังน้ำมันปิด
- กระจบอกฉัดสกปรก
- ไม่มีควมดันน้ำมัน
- ไม่มีการจุดไฟ
- วาล์วรักษาความดันเสีย
- มีน้ำในถังน้ำมัน
- ท่อน้ำมันรั่ว
- เฟืองพัง
- วาล์วปิด-เปิด ปิด

6.2 ตัวปั๊ม

6.2.1 ปั๊มมีอุณหภูมิสูง

- เกิดการรั่วภายในของเฟือง
- การยืดหยุ่นของฝาอัดปะเก็นมากเกินไป

6.2.2 มีเสียงดังที่ปั๊ม

- เกิดการสึกหรอของเฟืองเนื่องจากสิ่งเจือปนในน้ำมันหล่อลื่น
- การแตกเสียหายที่แบริ่งเพราะมีการหล่อลื่นไม่ดี
- ข้อต่อเพลลา (Coupling) หลวม
- เกิด Cavitation

6.2.3 แบริ่งเป็นรอสหรือไหม้

- มีสิ่งเจือปนในน้ำมันหล่อลื่นหรือความละเอียดของเพลลาและ Housing ยังไม่ดีพอ
- ศูนย์ปั๊มไม่ดี

6.2.4 น้ำมันรั่วที่ซีลของเพลลา (Shaft seal)

- เพลลาหรือกระบอกปะเก็น (Stuffing box) สึกกร่อน
- แรงยึดไม่พอหรือปะเก็นไม่เหมาะสมหรือโครงสร้างไม่ดี
- แรงดันมากผิดปกติ

7. เครื่องอุ่นน้ำมันชนิดห้อง (Oil heater)

7.1 เครื่องอุ่นน้ำมันทำงานแต่อุณหภูมิน้ำมันไม่สูงขึ้น

7.1.1 หลอดไฟไม่สว่าง

- ไฟลัดขาด
- ฟังก์ชันรีเลย์ในเครื่องอุ่นน้ำมันผิดปกติ

7.1.2 หลอดไฟสว่าง

- วงจรเครื่องอุ่นน้ำมันขาด
- เทอร์โมสแตทเสีย

8. ระบบป้องกันน้ำมันเชื้อเพลิงขัดข้อง

8.1 อุณหภูมิน้ำมันลดลง

- เทอร์โมสแตทขัดข้อง
- อุปกรณ์อุ่นน้ำมันขัดข้อง คู่มือข้อ 7 เครื่องอุ่นน้ำมันขัดข้อง

8.2 ความดันน้ำมันไม่คงที่

- ตั้งอุปกรณ์รักษาความดันไม่ถูกต้อง
- เกจความดันเสีย
- ตัว regulator หรือ governor เสีย
- isolating valve น้ำมันปิด

8.3 ค่าความดันน้ำมันตกไป

- ไล์กรองหยาบอุดตัน
- ปรับความดันทำงานไม่ถูกต้อง
- มีลมรั่วเข้าไปในด้านดูด

8.4 ความดันก๊าซตกไป

- ความดันในท่อก๊าซลดลงไป
- เครื่องปรับความดันทำงานผิดปกติ

9. ระบบจุดไฟขัดข้อง

9.1 จุดไฟไม่ได้หรือจุดได้แต่ไม่สม่ำเสมอ

- หัวฉีดหลักสเปร์รี่เป็นฟอยไม่ดี
- ก๊าซพรอพเนไม่พอจ่ายให้หัวฉีดนำ
- หัวเทียนไม่ดี
- คาไฟขัดข้อง คู่มือข้อที่ 12

9.2 ไม่มีการจุดไฟทั้ง ๆ ที่มอเตอร์บีมน้ำมันทำงานและมีน้ำมันส่งไป

- มอเตอร์กินกระแสสตาร์ทมากเกินไป
- หม้อแปลงจุดไฟเสีย
- เกิดการลัดวงจร, หลวมหรือขาดที่ลวดตะกั่วจุดไฟ
- สายไฟที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ควบคุมขาด
- ตั้งอิเล็กทรอนิกส์ห่างเกินไป

- สายไฟจากหม้อแปลงขาด
- ฉนวนแตก, มีเขม่าจับหรือลัดวงจร
- การสเปรย์น้ำมันเสียเพราะกระบอกฉีดเอียง
- แรงดันตกในสายมากเกินไป
- ระบบควบคุมหัวฉีดเสีย
- อิเล็กโตรดสกปรกหรือเปียก

9.3 มีการจุดไฟแต่ติด ๆ ดับ ๆ (มอเตอร์ปั๊มทำงานและมีความดันน้ำมัน)

- คอยล์รีเลย์จุดไฟเสีย
- มีน้ำประทุในหม้อไอน้ำและการรบกวนจากการตัด-ต่อเนื่องจากน้ำน้อย
- ตาไฟเสีย
- ลิ้นควบคุมน้ำไม่ปิดที่ท่อทางกลับ
- ตั้งช่วงแตกต่างอุณหภูมิในเทอร์โมสแตทกว้างเกินไป
- ฟังก์ชันทำงานของรีเลย์ไม่ถูกต้อง
- ตั้งเวลา safety ลื่นไป

9.4 มีการจุดไฟแต่ไม่มีไฟ (มอเตอร์ปั๊มทำงานและมีความดันน้ำมัน)

- กระบอกฉีดไม่ทำงานเพราะความสกปรก
- ความดันน้ำมันต่ำเกินไป
- กระบอกฉีดหลวม
- อากาศเกินและ draft แรงมาก
- อิเล็กโตรดห่างจากกระบอกฉีดมากเกินไป
- มีน้ำปนในน้ำมัน
- ใช้ น้ำมันชนิดหนักเกินไป
- การสปาร์คจุดไฟลัดวงจรกับ blast tube เนื่องจากตั้งอิเล็กโตรดหลวมไป
- insert ของ nozzle หลวม
- อิเล็กโตรดสกปรกหรือแตก

10. หัวฉีดนำขีดข้อง (Pilot burner)

10.1 หัวฉีดนำไม่จุดไฟ

- หม้อแปลงจุดไฟเสีย
- ฟังก์ชันของวาล์วโซลินอยด์ก๊าซไม่ถูกต้อง
- สวิตช์ความดันต่ำของก๊าซเสีย
- ฟังก์ชันของรีเลย์สำหรับวาล์วโซลินอยด์ก๊าซไม่ถูกต้อง
- รีเลย์ป้องกันเสีย
- หม้อก๊าซไม่มีก๊าซเลย
- วาล์วหม้อก๊าซปิด
- ความดันก๊าซต่ำหรือสูงเกินไป (ปกติ 2.5 kPa)
- วาล์วโซลินอยด์ก๊าซค้าง (ตรวจวงจรไฟฟ้า)
- กระทบฉนวนหัวเทียนแตกหรือเกิดลัดวงจร
- สายไฟ H.T. ignition ลัดวงจรหรือขาด
- ตั้งหัวเทียนไม่ถูกต้อง

10.2 หัวฉีดนำจุดไฟไม่ได้หรือจุดได้แต่ไม่สม่ำเสมอ

- ก๊าซพรเพนไม่พอจ่ายให้หัวฉีดนำ
- หัวเทียนไม่ดี
- หัวฉีดหลักสเปร์รี่เป็นฟอยไม่ดี
- ตะไฟขีดข้อง

10.3 หัวฉีดนำจุดแล้วแต่ไม่ยอมดับ

- วาล์วปิดนิริภัยเสีย
- รีเลย์ป้องกันเสีย

11. หัวฉีดหลักขีดข้อง (Main/Oil burner)

11.1 หัวฉีดนำจุดไฟแต่หัวฉีดหลักไม่จุดไฟ

- วาล์วโซลินอยด์น้ำมันขีดข้อง
- ตะไฟขีดข้อง ดูหัวข้อที่ 12
- ฟังก์ชันของรีเลย์เปลวไฟไม่ถูกต้อง
- ความดันน้ำมันต่ำ

11.2 หัวฉีดหลักไม่จุดไฟ

- ตั้งกระบอกฉีดหัวฉีดน้ำไม่ถูกต้อง
- กระบอกฉีดหัวฉีดหลักถูกอุดตัน
- ช่องระหว่างท่อน้ำมันกับกระบอกฉีดตัน
- ความดันน้ำมันไม่ถูกต้อง
- ไล่กรองหยวนน้ำมันอุดตัน

11.3 หัวฉีดหลักดับขณะทำงาน

- อุปกรณ์ควบคุมความดันขัดข้อง (ถ้ามี)
- เทอร์โมสแตทเสีย
- ความดันน้ำมันต่ำ (สภาวะหัวฉีดไม่เสถียร)
- เกิดระดับน้ำต่ำในหม้อไอน้ำ, ถังหรือภาชนะ
- ระบบจ่ายไฟเสีย
- หัวฉีดไม่ยอม lockout หลังจากเกิด flame failure เนื่องจากสวิทช์นิรภัยรีเลย์ป้องกันเสีย

11.4 หยุดทำงานแล้วแต่หัวฉีดหลักไม่ดับ (เตาดับแล้วยังดับไม่สนิท)

- วาล์วโซลินอยด์เสีย, มีขี้ผึ้งอุด
- วาล์วกันกลับท่อไหลกลับเสีย (สำหรับ oil fire เท่านั้น)
- วาล์วโซลินอยด์มีรอยรั่วซึม
- สปริงบอลวาล์วในกระบอกฉีดขัดตัว

12. ตาไฟขัดข้อง (Flame eye)

12.1 ตาไฟไม่สนองต่อเปลวไฟหัวฉีดน้ำ

- ตาไฟสกปรกหรือถูกกันจากความร้อน
- เดินสายผิดหรือหลวม
- รีเลย์ป้องกันเสีย
- ตาไฟเสียหรือท่อสัญญาณในเซลล์เสีย
- ความร้อนสูงเกินไป
- สายไฟของตาไฟขาด

12.2 ตาไฟไม่สนองต่อเปลวไฟหัวฉีดหลักทำให้ระบบควบคุม lockout

(โดยระบบถูกตัดเมื่อเปลวไฟหัวฉีดหลักติด)

- กระจกหรือตาไฟสกปรก
- ตาไฟเสีย, แดกหรือลึกลง
- ตาไฟหรือรีเลย์ป้องกันมีรอยเชื่อมต่อที่หลวม
- ความดันน้ำมันขึ้น ๆ ลง ๆ
- ส่วนผสมอากาศ/น้ำมันไม่ถูกต้อง
- สวิตช์นิรภัยหรือรีเลย์ป้องกันเสีย

13. การขัดข้องในห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber)

13.1 การระเบิดกลับในห้องเผาไหม้ เเผาไหม้

- การจุดไฟหน่วง (delayed)
- ตั้งขั้วอิเล็กโตรดไม่เหมาะสม
- หม้อแปลงจุดไฟเสีย
- แรงดันไฟฟ้าตกเมื่อหัวฉีดเริ่มทำงาน
- หัวเทียนหลวม
- ฉนวนถูก carbonized
- ลวดตะกั่วหลวม, ฉนวนเสีย, หรือลงกราวด์
- สเปร์ย์ฉีดน้ำมันเสีย
- กระจกฉีดยสกปรก, หลวมหรือห่างจาก blast tube มากเกินไป
- ความดันน้ำมันต่ำเกินไป
- วาล์วปิดน้ำมันไม่สนิทน้ำมันรั่วเข้าสู่ห้องเผาไหม้
- draft สูง
- มีน้ำในน้ำมัน
- ระบบจุดนำไฟขัดข้อง ดูหัวข้อที่ 9
- ระบบป้องกันน้ำมันเชื้อเพลิงขัดข้อง ดูหัวข้อที่ 8
- การไล่ก๊าซภายในเครื่องก่อนจุดนำไม่นานพอ (pre-purge)

13.2 มีควันและเขม่ามาก

- การผสมระหว่างอากาศ/น้ำมันยังไม่เหมาะสม

- ความเร็วและการคลุกเคล้ามีน้อย
- ใช้น้ำมันเกรดหนักเกินไป
- ระบายออกไม่ดี, ตัน, หลวม, insert หลวม ทำให้อัตราการใช้น้ำมันสิ้นเปลือง
- ปล่องไฟเล็ก สกปรก กีดขวางเกินไป
- ไฟลุกมากเกินไป
- การ coupling หลวม
- ความดันน้ำมันต่ำไป
- ระบายออกห่างจาก blase tube มากเกินไป
- พัดลมเล็กเกินไป สกปรกและหลวมเกินไป
- draft ไม่พอเพียง อากาศไม่เพียงพอในการเผาไหม้
- เครื่องอุ่นน้ำมันขัดข้องตัวข้อที่ 7

13.3 มีกลิ่นเหม็น

- อุปกรณ์ควบคุม draft ติดขัดในตำแหน่งเปิด
- ขาดอากาศสำหรับเผาไหม้
- ส่วนผสมระหว่างอากาศ/น้ำมันไม่เหมาะสม
- ระบายออกสกปรก หรือเสีย
- ห้องเผาไหม้เล็กเกินไป
- น้ำมันรั่วหรือหก
- วาล์วรักษาความดัน cut-off ไม่ดีพอ
- ชั้นส่วนบางชั้นของหม้อไอน้ำไม่ซีลให้เรียบร้อย
- ผนังของเตาแตก
- ปล่องไฟสกปรก

13.4 เสียงรบกวน (ทางกลไก)

- เสียงพัดลม
- shutter อากาศหลวม
- ใต้กรอบหยาบสกปรก
- มีสิ่งกีดขวางในท่อดูด
- เสียงฮัมของถัง (ไม่มีวาล์วกันฮัม)

- แบริ่งมอเตอร์ขัดตัว (หล่อลื่น)
- หม้อแปลงมีเสียงฮัม
- ติดตั้งหัวฉีดน้ำมันคง
- เฟืองบีบลิค
- มีอากาศในท่อน้ำมัน
- การ coupling บกพร่อง
- การติดตั้งมอเตอร์น้ำมันคง
- บีบและเพลาทมนมอเตอร์ไม่เข้ากันสนิท
- ตัวควบคุม draft สั่นสะเทือน
- เกิดสุญญากาศในท่อน้ำมันมาก
- มีอากาศในตัวบีบ

13.5 เสียงรบกวน (จากการเผาไหม้)

- ปล่องไฟสกปรก, เล็ก, กีดขวาง เกินไป
- ตัวควบคุม draft ปรับแต่ไม่ดี หรือ lock อยู่ในตำแหน่งเปิด
- ห้องเผาไหม้เล็กไป
- กระจบอกฉีดตัน
- กระจบอกฉีดอยู่ไกลเกินไป
- การกระทบกันของไฟ (flame impingment)
- กระจบอกฉีดใหญ่เกินไป, ไฟมากเกินไป
- ความดันน้ำมันต่ำหรือสูงเกินไป
- การผสมระหว่างอากาศ/น้ำมันไม่พอเพียง
- การคลุกเคล้าเนื่องจากอุปกรณ์ควบคุมไม่เหมาะสม
- ขาดอากาศเนื่องจากพัดลมเล็กเกินไป
- มีสิ่งกีดขวางในท่อไฟมาก
- มุมสเปร์ย์ไม่ถูกต้อง

13.6 การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

- กระจบอกฉีดเล็กเกินไป ลิกหรือสกปรก
- น้ำมันรั่วที่ถังหรือในท่อดูดหรือในท่อทางกลับ
- ความดันน้ำมันต่ำไป

- เทอร์โมสแตทอยู่ในตำแหน่งไม่ถูกต้อง
- หม้อไอน้ำหรือเตาเล็กเกินไป
- วาล์วระบายความดันเสีย (Relief valve)
- gas regulator เสีย
- มี excess air มาก CO₂ น้อย
- การคลุกเคล้าน้อยมาก
- มีการก่อดำของเขม่าขึ้น
- draft น้อยหรือมากเกินไป
- ตะกรันจับที่ผิวสัมผัสไฟ
- อุณหภูมิปล่องไฟสูง > 200 C

14. พัดลมขัดข้อง

14.1 พัดลมไม่หมุน

- พิวส์วงจรควบคุมเสีย
- ต้องการรีเซ็ตวงจร Thermal overload ในมอเตอร์ใหม่
- ตัวควบคุมระดับน้ำไม่ตัดในระดับน้ำต่ำ ในกรณีสัญญาณเตือน จะดังเมื่อสวิตช์ควบคุมปิด
- มอเตอร์เสีย
- รีเลย์ป้องกันไม่ทำงานที่ flame failure (ให้รีเซ็ตใหม่)
- High limit switch หรือสวิตช์หัวฉีดเสีย (ถ้ามี)
- สวิตช์อุณหภูมิน้ำมันไม่ทำงาน
- แมกเนติกคอนแทคเตอร์ของมอเตอร์เสีย

14.2 พัดลมไม่หยุดหมุน (หลังจาก post purge)

- คอนแทคเตอร์ขัดข้อง
- รีเลย์ป้องกันขัดข้อง

14.3 ตลับลูกปืนมีอุณหภูมิสูงขึ้นผิดปกติหรือไหม้

- มีสิ่งแปลกปลอม, ฝุ่นปนอยู่ในน้ำมัน
- ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นไม่เหมาะสม
- สิ้นผิดปกติ ดูหัวข้อที่ 16.4
- การวางศูนย์ไม่ดี

14.4 สิ้นผิดปกติ

- ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการหมุนซาร์ดูบิตเปียว
- ใบพัดลิกไม่เท่ากัน เกิดการเกาะจับของสิ่งแปลกปลอม
- เกิดการสัมผัสกันระหว่างส่วนที่หมุนกับส่วนที่อยู่นิ่ง
- การวางศูนย์ไม่ดี

15. โอเวอร์ฮีท (Overheating)

15.1 หัวฉีดขัดข้อง

- กระทบกฉัดหรือตัวรับหลวมเนื่องจากมีการรั่วเข้าไปในห้องเผาไหม้
- ความดันน้ำมันสูงเกินไป
- วาล์วรักษาความดันตัดต่อวงจรไม่ต่อเนื่องเป็นผลจากความไม่สม่ำเสมอของเปลวไฟ

15.2 อุปกรณ์ควบคุมขัดข้อง

- เทอร์โมสแตทอยู่ตำแหน่งไม่ถูกต้องเนื่องจาก draft อ่อนเกินไปและผนังเย็น
- ช่วงอุณหภูมิแตกต่างที่ตั้งไว้ในเทอร์โมสแตทกว้างเกินไป
- ตัวต้านทานความร้อนติดตั้งไม่ถูกต้องในเทอร์โมสแตท
- เกิดการลัดวงจรในสายไฟแรงดันต่ำ
- รีเลย์ค้างอยู่ในตำแหน่ง ON
- อุปกรณ์ควบคุมลิมิตไม่ทำงานหรือตั้งไว้สูงเกินไป
- รีเลย์กลับช้า

15.3 ระบบขัดข้อง

- หม้อไอน้ำและเตาใหญ่เกินไป
- Circulator ไม่หยุดทำงาน (ถ้ามี)

16. อันเดอร์ฮีท (Underheating)

16.1 หัวฉีดขัดข้อง เปลวไฟเล็ก ไม่สม่ำเสมอ

16.1.1 บีมน้ำมันเสีย

- การ coupling หลวม

- ตั้งความดันน้ำมันต่ำเกินไป
- วาล์วรักษาความดันเสีย
- วาล์ว by pass ตัน
- ไล่กรองหยาบปั๊มสกปรก
- อากาศรั่วในท่อดูด
- เฟืองปั๊มบิน
- ซีลปั๊มเสีย
- น้ำมันในน้ำมัน
- น้ำมันสกปรก
- มีการอุดตันบางส่วนของท่อน้ำมันเชื้อเพลิง
- มอเตอร์หมุนไม่ถึงความเร็วรอบปกติ
- ปั๊มมี air bound บางส่วน

16.1.2 กระทบฉีดเสีย

- หลวม, เล็ก, สกปรก
- อยู่ห่างเกินไป
- หัวกระทบหลวม
- ความดันน้ำมันต่ำเกินไป
- ไม่อยู่ในแนวศูนย์กลางหรือความสูงที่ถูกต้อง
- มุมสเปรย์ไม่ถูกต้อง

16.1.3 พัดลมเสีย

- ใบพัดลมสกปรก
- air shutter เปิดมากเกินไป
- พัดลมหมุนกลับทาง
- มี access air มากเกินไป
- ส่วนผสมระหว่างอากาศ/น้ำมันไม่เหมาะสม
- พัดลมเล็กเกินไป
- การ coupling หลวม
- มอเตอร์หมุนไม่ถึงความเร็วรอบปกติ

16.2 อุปกรณ์ควบคุม

16.2.1 เทอร์โมสแตท

- ไม่ได้ปรับแต่งให้ถูกต้อง (Calibration)
- ตั้งค่าไว้ไม่ถูกต้อง
- ฉิวสัมผัสแรงดันไฟฟ้าต่ำหลวม
- ฉิวสัมผัสสกปรก
- ส่วนประกอบความร้อนในเทอร์โมสแตทไม่ถูกต้อง

16.3 การขัดข้องในระบบ

16.3.1 ระบบไอน้ำ

- น้ำในหม้อไอน้ำสกปรกและเกิดการประทุ
- ระดับน้ำสูงเกินไป
- มีการสูญเสียความร้อนในท่อต้องได้รับการหุ้มฉนวน
- ท่อไฟมีขนาดใหญ่เกินไปต้องมีแผ่นกัน
- มีการก่อตัวของเขม่าในหม้อไอน้ำ
- อากาศเสียรั่วผ่านไปยังส่วนต่าง ๆ ของหม้อไอน้ำ

16.3.2 ระบบอุ่นอากาศ

- เตาลึกเกินไป
- พัดลมเล็กเกินไป
- สายพานพัดลมหลวม
- มอเตอร์พัดลมมีความเร็วรอบไม่ถึงกำหนด
- พูลเลย์พัดลมหลวม
- ตัวควบคุมพัดลมตั้ง cut in สูงเกินไป
- อากาศเสียรั่วไปยังเตา
- กรองอากาศสกปรก
- กระบังลม (register) เปิดน้อยไป

16.4 ส่วนอื่น ๆ ขัดข้อง

16.4.1 draft

- draft มากเกินไป
- ปล่องไฟสูงเกินไป

- ไม่มีการควบคุม draft
- มีการเปลี่ยนแปลง draft ขึ้น/ลง มากเกินไป

16.4.2 ห้องเผาไหม้

- ขนาดไม่เหมาะสม
- ไฟลุกน้อยไป
- สร้างด้วยวัสดุที่ไม่เหมาะสม



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวินิจฉัยการปฏิบัติการหม้อไอน้ำ BODES

/*

B O I L E R O P E R A T I O N S D I A G N O S I S

E X P E R T S Y S T E M

Bandhit Vongderri

June 18, 1990

*/

/*-----*/

/* */

/* R U L E S S E C T I O N */

/* */

/*-----*/

initialdata = [banner_x,consultation_over,next_step].

if banner_y = TEXT and
 display(TEXT)

then banner_x.

banner_y = [nl,nl,

'Welcome to the Boiler Operations Diagnosis Expert System',nl,nl,

'This intelligent computer system will help you to analysis the ',

'operations problems of the fire tube boiler system. To determine ',

'the operations that failure occurs , the system will ask you a ',

'series of questions to develop a profile of your boiler operations ',

'requirements. It will then make the causes of the problems and ',

'give you the information for correction or maintenance.',nl,nl,

'Please acknowledge that the following are authority indicator ',

'code for each cause identify.',nl,nl,

'Degree of cause frequently : ',nl,

' 1 = Most frequently occurs. 2 = Second frequently occurs.',nl,

' 3 = Third frequently occurs. 4 = Infrequently occurs.',nl,nl,

'Please type your answers to the questions on the keyboard ',
'located below the screen. If you are unsure of the answer to the ',
'particular question, simply type "why".',nl,nl].

```
rule-1:  if  the_main_problem = waterside and
           device_1 = feed_water_pump and
           device_3 = motor and
           pump_motor = not_rotate and
           message(water_feed_not_rotate) = LIST
           then causes = LIST.
```

```
rule-2:  if  the_main_problem = waterside and
           device_1 = feed_water_pump and
           device_3 = motor and
           pump_motor = rotate_not_supply and
           message(water_feed_rotate_not) = LIST
           then causes = LIST.
```

```
rule-3:  if  the_main_problem = waterside and
           device_1 = feed_water_pump and
           device_3 = lamp and
           pump_lamp = not_illuminate and
           message(water_feed_not_ill) = LIST
           then causes = LIST.
```

```
rule-4:  if  the_main_problem = waterside and
           device_1 = feed_water_pump and
           device_3 = lamp and
           pump_lamp = illuminate and
           message(water_feed_ill_not) = LIST
           then causes = LIST.
```

```
rule-5:  if  the_main_problem = waterside and
           device_1 = feed_water_pump and
           device_3 = body and
           pump_body_1 = not_rotate and
           message(water_feed_body_not) = LIST
```



```
then causes = LIST.

rule-6:  if  the_main_problem = waterside and
          device_1 = feed_water_pump and
          device_3 = body and
          pump_body_1 = rotate_not_supply and
          message(water_feed_body_rotate) = LIST
          then causes = LIST.

rule-7:  if  the_main_problem = waterside and
          device_1 = feed_water_pump and
          device_3 = body and
          pump_body_1 = overheat_while_inoperate and
          message(water_feed_overheat) = LIST
          then causes = LIST.

rule-8:  if  the_main_problem = waterside and
          device_1 = feed_water_pump and
          device_3 = body and
          pump_body_1 = over_noisy_while_operate and
          message(water_feed_noisy) = LIST
          then causes = LIST.

rule-9:  if  the_main_problem = waterside and
          device_1 = feed_water_pump and
          device_3 = body and
          pump_body_1 = vibrating_and_noisy and
          message(water_feed_vibrating) = LIST
          then causes = LIST.

rule-10: if  the_main_problem = waterside and
          device_1 = water_level_gauge and
          water_level = unchange_or_inequally and
          message(water_water_unchange) = LIST
          then causes = LIST.

rule-11: if  the_main_problem = waterside and
          device_1 = water_level_gauge and
          water_level = decrease_while_pump_operate and
```

```
        message(water_water_decrease) = LIST
    then causes = LIST.
rule-12:  if  the_main_problem = waterside and
           device_1 = water_level_gauge and
           water_level = high_but_pump_not_stop and
           message(water_water_high) = LIST
    then causes = LIST.
rule-13:  if  the_main_problem = waterside and
           device_1 = water_level_gauge and
           water_level = low_but_pump_not_start and
           message(water_water_low) = LIST
    then causes = LIST.
rule-14:  if  the_main_problem = waterside and
           device_1 = pressure_gauge and
           pressure_level = underpressure and
           message(water_pressure_underpressure) = LIST
    then causes = LIST.
rule-15:  if  the_main_problem = waterside and
           device_1 = pressure_gauge and
           pressure_level = overpressure and
           message(water_pressure_overpressure) = LIST
    then causes = LIST.
rule-16:  if  the_main_problem = waterside and
           device_1 = boiler_vessel_1 and
           water_condition = priming_and_foaming and
           message(water_vessel_priming) = LIST
    then causes = LIST.
rule-17:  if  the_main_problem = waterside and
           device_1 = boiler_vessel_1 and
           water_condition = carry_over and
           message(water_vessel_carry) = LIST
    then causes = LIST.
rule-18:  if  the_main_problem = waterside and
```

```
device_1 = boiler_vessel_1 and
water_condition = scale_deposit and
message(water_vessel_scale) = LIST
then causes = LIST.
rule-19: if the_main_problem = waterside and
device_1 = boiler_vessel_1 and
water_condition = sludge and
message(water_vessel_sludge) = LIST
then causes = LIST.
rule-20: if the_main_problem = waterside and
device_1 = boiler_vessel_1 and
water_condition = pitting_corrosion and
message(water_vessel_pitting) = LIST
then causes = LIST.
rule-21: if the_main_problem = waterside and
device_1 = boiler_vessel_1 and
water_condition = brittle and
message(water_vessel_brittle) = LIST
then causes = LIST.
rule-22: if the_main_problem = waterside and
device_1 = boiler_vessel_1 and
water_condition = swollen and
message(water_vessel_swollen) = LIST
then causes = LIST.
rule-23: if the_main_problem = waterside and
device_1 = boiler_vessel_1 and
water_condition = cracked and
message(water_vessel_crack) = LIST
then causes = LIST.
rule-24: if the_main_problem = waterside and
device_1 = boiler_vessel_2 and
steam = insufficient and
message(water_vessel_insufficient) = LIST
```



```
        then causes = LIST.
rule-25:  if    the_main_problem = waterside and
           device_1 = boiler_vessel_2 and
           steam = water_hammer and
           message(water_vessel_hammer) = LIST
        then causes = LIST.
rule-26:  if    the_main_problem = fireside and
           sub_problem = device and
           device_2 = fuel_oil_pump and
           device_4 = motor and
           oil_pump_motor_1 = not_operate_not_relay and
           message(fire_pump_not_operate) = LIST
        then causes = LIST.
rule-27:  if    the_main_problem = fireside and
           sub_problem = device and
           device_2 = fuel_oil_pump and
           device_4 = motor and
           oil_pump_motor_1 = not_operate_relay_on and
           message(fire_pump_operate) = LIST
        then causes = LIST.
rule-28:  if    the_main_problem = fireside and
           sub_problem = device and
           device_2 = fuel_oil_pump and
           device_4 = motor and
           oil_pump_motor_1 = operate_not_oil and
           message(fire_pump_not_supply) = LIST
        then causes = LIST.
rule-29:  if    the_main_problem = fireside and
           sub_problem = device and
           device_2 = fuel_oil_pump and
           device_4 = body and
           pump_body_2 = high_temperature and
           message(fire_pump_high_temp) = LIST
```

```
then causes = LIST.
rule-30: if the_main_problem = fireside and
         sub_problem = device and
         device_2 = fuel_oil_pump and
         device_4 = body and
         pump_body_2 = noisy and
         message(fire_pump_noisy) = LIST
         then causes = LIST.
rule-31: if the_main_problem = fireside and
         sub_problem = device and
         device_2 = fuel_oil_pump and
         device_4 = body and
         pump_body_2 = burnt and
         message(fire_pump_burnt) = LIST
         then causes = LIST.
rule-32: if the_main_problem = fireside and
         sub_problem = device and
         device_2 = fuel_oil_pump and
         device_4 = body and
         pump_body_2 = oil_leakage and
         message(fire_pump_leakage) = LIST
         then causes = LIST.
rule-33: if the_main_problem = fireside and
         sub_problem = device and
         device_2 = oil_heater and
         heater = operate_oil_temp_not and
         heater_lamp = not_illuminate and
         message(fire_heater_not_ill) = LIST
         then causes = LIST.
rule-34: if the_main_problem = fireside and
         sub_problem = device and
         device_2 = oil_heater and
         heater = operate_oil_temp_not and
```

```
        heater_lamp = illuminate and
        message(fire_heater_ill) = LIST
    then causes = LIST.
rule-35:  if  the_main_problem = fireside and
           sub_problem = system and
           system_1 = fuel_oil_system and
           parameter = decrease_fuel_temp and
           message(fire_fuel_system_decrease) = LIST
    then causes = LIST.
rule-36:  if  the_main_problem = fireside and
           sub_problem = system and
           system_1 = fuel_oil_system and
           parameter = unstable_pressure and
           message(fire_fuel_system_not) = LIST
    then causes = LIST.
rule-37:  if  the_main_problem = fireside and
           sub_problem = system and
           system_1 = fuel_oil_system and
           parameter = decrease_fuel_press and
           message(fire_fuel_system_press) = LIST
    then causes = LIST.
rule-38:  if  the_main_problem = fireside and
           sub_problem = system and
           system_1 = fuel_oil_system and
           parameter = decrease_gas_press and
           message(fire_fuel_system_gas) = LIST
    then causes = LIST.
rule-39:  if  the_main_problem = fireside and
           sub_problem = system and
           system_1 = ignition_system and
           ignite = no_consistent and
           message(fire_ignition_not) = LIST
    then causes = LIST.
```


rule-40: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = system and
system_1 = ignition_system and
ignite = no_oil_deliver and
message(fire_ignition_supply) = LIST
then causes = LIST.

rule-41: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = system and
system_1 = ignition_system and
ignite = goes_on_and_off and
message(fire_ignition_off) = LIST
then causes = LIST.

rule-42: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = system and
system_1 = ignition_system and
ignite = ignite_but_no_fire and
message(fire_ignition_ignite) = LIST
then causes = LIST.

rule-43: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = device and
device_2 = pilot_burner and
pilot = no_ignition and
message(fire_pilot_no) = LIST
then causes = LIST.

rule-44: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = device and
device_2 = pilot_burner and
pilot = no_ignition_inconsistent and
message(fire_pilot_inconsistent) = LIST
then causes = LIST.

rule-45: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = device and
device_2 = pilot_burner and

```
    pilot = ignition_but_not_off and
    message(fire_pilot_not_off) = LIST
then causes = LIST.

rule-46: if the_main_problem = fireside and
    sub_problem = device and
    device_2 = main_burner and
    main = no_ignition_pilot_ignition and
    message(fire_main_pilot) = LIST
then causes = LIST.

rule-47: if the_main_problem = fireside and
    sub_problem = device and
    device_2 = main_burner and
    main = no_ignition and
    message(fire_main_no) = LIST
then causes = LIST.

rule_48: if the_main_problem = fireside and
    sub_problem = device and
    device_2 = main_burner and
    main = off_while_operate and
    message(fire_main_off) = LIST
then causes = LIST.

rule-49: if the_main_problem = fireside and
    sub_problem = device and
    device_2 = main_burner and
    main = not_off_when_stop and
    message(fire_main_stop) = LIST
then causes = LIST.

rule-50: if the_main_problem = fireside and
    sub_problem = device and
    device_2 = flame_eye and
    reaction = main_flame and
    message(fire_flame_lock_out) = LIST
then causes = LIST.
```

rule-51: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = device and
device_2 = flame_eye and
reaction = pilot_flame and
message(fire_flame_no_operate) = LIST
then causes = LIST.

rule-52: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = device and
device_2 = combustion_chamber and
chamber = puffback and
message(fire_chamber_puffback) = LIST
then causes = LIST.

rule-53: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = device and
device_2 = combustion_chamber and
chamber = smoke_soot and
message(fire_chamber_smoke) = LIST
then causes = LIST.

rule-54: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = device and
device_2 = combustion_chamber and
chamber = odors and
message(fire_chamber_odor) = LIST
then causes = LIST.

rule-55: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = device and
device_2 = combustion_chamber and
chamber = noise_mech and
message(fire_chamber_noise_mech) = LIST
then causes = LIST.

rule-56: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = device and
device_2 = combustion_chamber and


```
        chamber = noise_comb and
        message(fire_chamber_noise_comb) = LIST
    then causes = LIST.
rule-57:  if  the_main_problem = fireside and
           sub_problem = device and
           device_2 = combustion_chamber and
           chamber = high_oil_consumption and
           message(fire_chamber_consumption) = LIST
    then causes = LIST.
rule-58:  if  the_main_problem = fireside and
           sub_problem = device and
           device_2 = blower and
           fan = not_rotate and
           message(fire_blower_rotate) = LIST
    then causes = LIST.
rule-59:  if  the_main_problem = fireside and
           sub_problem = device and
           device_2 = blower and
           fan = not_stop_rotate and
           message(fire_blower_stop) = LIST
    then causes = LIST.
rule-60:  if  the_main_problem = fireside and
           sub_problem = device and
           device_2 = blower and
           fan = high_temp and
           message(fire_blower_temp) = LIST
    then causes = LIST.
rule-61:  if  the_main_problem = fireside and
           sub_problem = device and
           device_2 = blower and
           fan = vibrating and
           message(fire_blower_vibrating) = LIST
    then causes = LIST.
```

rule-62: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = syptom and
syptom_1 = overheat and
defection_1 = burner_defect and
message(fire_overheat_burner_1) = LIST
then causes = LIST.

rule-63: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = syptom and
syptom_1 = overheat and
defection_1 = control_defect and
message(fire_overheat_control_1) = LIST
then causes = LIST.

rule-64: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = syptom and
syptom_1 = overheat and
defection_1 = system_defect and
message(fire_overheat_system_1) = LIST
then causes = LIST.

rule-65: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = syptom and
syptom_1 = underheat and
defection_2 = burner_defect and
device_5 = oil_pump and
message(fire_underheat_pump) = LIST
then causes = LIST.

rule-66: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = syptom and
syptom_1 = underheat and
defection_2 = burner_defect and
device_5 = nozzle and
message(fire_underheat_nozzle) = LIST
then causes = LIST.

rule-67: if the_main_problem = fireside and

```
sub_problem = syptom and
symtom_1 = underheat and
defection_2 = burner_defect and
device_5 = fan and
message(fire_underheat_fan) = LIST
then causes = LIST.
rule-68: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = syptom and
symtom_1 = underheat and
defection_2 = control_defect and
device_6 = thermostat and
message(fire_underheat_thermostat) = LIST
then causes = LIST.
rule-69: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = syptom and
symtom_1 = underheat and
defection_2 = system_defect and
device_7 = steam_system and
message(fire_underheat_steam) = LIST
then causes = LIST.
rule-70: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = syptom and
symtom_1 = underheat and
defection_2 = system_defect and
device_7 = warm_air_system and
message(fire_underheat_warm) = LIST
then causes = LIST.
rule-71: if the_main_problem = fireside and
sub_problem = syptom and
symtom_1 = underheat and
defection_2 = miscell_defect and
device_8 = draft and
message(fire_underheat_draft) = LIST
```



```

        then causes = LIST.
rule-72:  if  the_main_problem = fireside and
           sub_problem = syptom and
           syptom_1 =underheat and
           defection_2 = miscell_defect and
           device_8 = chamber and
           message(fire_underheat_chamber) = LIST
        then causes = LIST.
rule-73:  if  causes = LIST and
           display([nl,
'***** The following are problem diagnosis *****',nl]) and
           display(LIST)
        then consultation_over.
rule-74:  if  next_objective = quit_now or
           next_objective is unknown and
           do(abort)
        then next_step.
rule_75:  if  next_objective = start_again and
           do(reset) and
           do(restart)
        then next_step.

```

```

/*-----*/
/*                                         */
/*           M E T A - F A C T S   S E C T I O N           */
/*                                         */
/*-----*/

```

```

question(next_objective) =
'What would you like to do next?
    1. Quit this boiler consultation.
    2. Start a new boiler consultation.'.
legalvals(next_objective) = [quit_now,start_again].

```

```

enumeratedanswers(next_objective).
question(the_main_problem) = [
'Which parts of the boiler system have troubles?'].
legalvals(the_main_problem) = [waterside,fireside].
automaticmenu(the_main_problem).
enumeratedanswers(the_main_problem).
question(device_1) =
'Which device has fault?
    1. Feed water pump.
    2. Water level gauge.
    3. Pressure gauge.
    4. Water in boiler vessel.
    5. Steam in boiler vessel.'.
legalvals(device_1) = [feed_water_pump,water_level_gauge,
pressure_gauge,boiler_vessel_1,boiler_vessel_2].
enumeratedanswers(device_1).
question(device_2) =
'Which device has fault?
    1. Fuel oil pump.
    2. Oil heater.
    3. Pilot burner.
    4. Main burner.
    5. Flame eye.
    6. Combustion chamber.
    7. Blower.'.
legalvals(device_2) = [fuel_oil_pump,oil_heater,pilot_burner,
main_burner,flame_eye,combustion_chamber,blower].
enumeratedanswers(device_2).
question(water_level) =
'What is the problem of water level gauge?
    1. Water level in water column did not change or not
        equally in each column.
    2. Water level decrease while water pump operate.

```

3. High water level but pump did not stop operate.

4. Low level of water but pump did not operate.'

legalvals(water_level) = [unchange_or_inequally,
decrease_while_pump_operate,high_but_pump_not_stop,
low_but_pump_not_start].

enumeratedanswers(water_level).

question(water_condition) =

'What is the problem of water in boiler vessel?

1. Priming and foaming.
2. Carry over.
3. Scale deposit.
4. Too much sludge in water.
5. Pitting corrosion.
6. Brittle in metal.
7. Flue tube deflected or swollen.
8. Cracking of tube ends and tube plates.'

legalvals(water_condition) = [priming_and_foaming,carry_over,
scale_deposit,sludge,pitting_corrosion,brittle,swollen,cracked].

enumeratedanswers(water_condition).

question(steam) =

'What is the problem of steam in boiler vessel?

1. Insufficient steam.
2. Water hammer in steam line.'

legalvals(steam) = [insufficient,water_hammer].

enumeratedanswers(steam).

question(pump_body_1) =

'What is the problem of feed water pump body?

1. Pump did not rotate.
2. Pump and motor rotate but water was not supplied.
3. Pump overheat when operation has stopped.
4. Pump noisy when it operated.
5. Vibrating and noisy from pump.'

legalvals(pump_body_1) = [not_rotate,rotate_not_supply,


```

overheat_while_inoperate,over_noisy_while_operate,
vibrating_and_noisy].
enumeratedanswers(pump_body_1).
question(pump_motor) =
'What is the problem of feed water pump motor?
    1. Motor did not rotate.
    2. Motor rotated, but water was not supplied.'.
legalvals(pump_motor) = [not_rotate,rotate_not_supply].
enumeratedanswers(pump_motor).
question(pump_lamp) =
'What is the situation of pump pilot lamp?
    1. Pilot lamp did not illuminated.
    2. Pilot lamp illuminated.'.
legalvals(pump_lamp) = [not_illuminate,illuminate].
enumeratedanswers(pump_lamp).
question(device_3) =
'Which sub-device in feed water pump has a problem?
    1. Pump motor.
    2. Pump indication lamp.
    3. Pump body.'.
legalvals(device_3) = [motor,lamp,body].
enumeratedanswers(device_3).
question(pressure_level) =
'What is the problem of pressure gauge reading?
    1. Underpressure.
    2. Overpressure.'.
legalvals(pressure_level) = [underpressure,overpressure].
enumeratedanswers(pressure_level).
question(oil_pump_motor_1) =
'What is the problem of fuel oil pump?
    1. Motor did not operate and relay did not too.
    2. Motor did not operate but relay operated.
    3. Motor operated but no oil being delivered.'.

```

```

legalvals(oil_pump_motor_1) = [not_operate_not_relay,
not_operate_relay_on,operate_not_oil].
enumeratedanswers(oil_pump_motor_1).
question(device_4) =
'Which sub-device in fuel oil pump has problem?
    1. Pump motor.
    2. Pump body.'.
legalvals(device_4) = [motor,body].
enumeratedanswers(device_4).
question(pump_body_2) =
'What is the problem of fuel oil pump body?
    1. High temperature in pump.
    2. Noisy in pump.
    3. Brinelled or burnt in bearing.
    4. leakage in shaft seal.'.
legalvals(pump_body_2) = [high_temperature,noisy,burnt,oil_leakage].
enumeratedanswers(pump_body_2).
question(heater) =
'What is the problem of heater?
    1. Heater operated but oil temperature did not go up.'.
legalvals(heater) = [operate_oil_temp_not].
enumeratedanswers(heater).
question(heater_lamp) =
'What is the situation of heater lamp?
    1. Indication lamp did not illuminate.
    2. Indication lamp illuminated.'.
legalvals(heater_lamp) = [not_illuminate,illuminate].
enumeratedanswers(heater_lamp).
question(system_1) =
'Which system has problem?
    1. Faulty fuel feed system.
    2. Faulty ignition system.'.
legalvals(system_1) = [fuel_oil_system,ignition_system].

```

enumeratedanswers(system_1).

question(parameter) =

'What is the problem of these parameters?

1. Decrease in fuel temperature.
2. Unstable fuel pressure.
3. Decrease in fuel pressure.
4. Decrease in gas pressure.'

legalvals(parameter) = [decrease_fuel_temp,unstable_pressure,
decrease_fuel_press,decrease_gas_press].

enumeratedanswers(parameter).

question(ignite) =

'What is the problem of ignition?

1. Unable to ignite or ignite but inconsistent.
2. No ignition but pump operated and oil delivered at nozzle.
3. Ignition with flame but go-on-and-off.
4. Ignition but no fire (pump operated and had oil pressure).'

legalvals(ignite) = [no_consistent,no_oil_deliver,
goes_on_and_off,ignite_but_no_fire].

enumeratedanswers(ignite).

question(pilot) =

'What is the problem of pilot burner?

1. Fail to ignite.
2. Unable to ignite or ignite but inconsistent.
3. Fail to extinguish after ignition.'

legalvals(pilot) = [no_ignition,no_ignition_inconsistent,
ignition_but_not_off].

enumeratedanswers(pilot).

question(main) =

'What is the problem of main burner?

1. Pilot burner ignited but main burner did not ignite.
2. Main burner failed to ignite.


```

3. Main burner extinguished while running.
4. Main burner failed to extinguish when stop running.'.
legalvals(main) = [no_ignition_pilot_ignition,no_ignition,
off_while_operate,not_off_when_stop].
enumeratedanswers(main).
question(reaction) =
'what is the problem of flame eye?
1. Flame eye failed to react to pilot flame.
2. Flame eye failed to react to main burner flame
(This will lockout control after burner has lit.)'.
legalvals(reaction) = [pilot_flame,main_flame].
enumeratedanswers(reaction).
question(chamber) =
'What is the problem of combustion chamber?
1. Puffback.
2. Smoke and soot.
3. Odors.
4. Mechanical noise.
5. Combustion pulsation noise.
6. High fuel consumption.'.
legalvals(chamber) = [puffback,smoke_soot,odors,noise_mech,
noise_comb,high_oil_consumption].
enumeratedanswers(chamber).
question(fan) =
'What is the problem of blower?
1. Blower failed to start.
2. Blower motor failed to stop after post-purge.
3. High temperature or burnt in bearing.
4. Over vibration.'.
legalvals(fan) = [not_rotate,not_stop_rotate,high_temp,vibrating].
enumeratedanswers(fan).
question(symtom_1) =
'What is the symtom of the system?

```

```
1. Overheat.
2. Underheat.'].
legalvals(symtom_1) = [overheat,underheat].
enumeratedanswers(symtom_1).
question(defection_1) =
'What is the defection in overheat condition?
1. Burner defect.
2. Control defect.
3. System defect.'].
legalvals(defection_1) = [burner_defect,control_defect,
system_defect].
enumeratedanswers(defection_1).
question(defection_2) =
'What is the defection in underheat condition?
1. Burner defect.
2. Control defect.
3. System defect.
4. Miscelleneous.'].
legalvals(defection_2) = [burner_defect,control_defect,
system_defect,miscell_defect].
enumeratedanswers(defection_2).
question(device_5) =
'Which defection device of burner defect condition?
1. Fuel oil pump.
2. Nozzle.
3. Fan.'].
legalvals(device_5) = [oil_pump,nozzle,fan].
enumeratedanswers(device_5).
question(device_6) =
'Which defection device of control defect condition?
1. Thermostat.'].
legalvals(device_6) = [thermostat].
enumeratedanswers(device_6).
```

```

question(device_7) =
'Which defection device in system defect condition?
    1. Steam system.
    2. Warm air system.'.
legalvals(device_7) = [steam_system,warm_air_system].
enumeratedanswers(device_7).
question(device_8) =
'Which defection device in miscellaneous defect condition?
    1. Draft.
    2. Combustion chamber.'.
legalvals(device_8) = [draft,chamber].
enumeratedanswers(device_8).
question(sub_problem) =
'Select your choice to trouble-shoot in
    1. Boiler device problem.
    2. Boiler system problem.
    3. Symtom of the boiler.'.
legalvals(sub_problem) = [device,system,syptom].
enumeratedanswers(sub_problem).

/*-----*/
/*                                           */
/*           F A C T S   S E C T I O N           */
/*                                           */
/*-----*/

message(water_feed_not_rotate) = [nl,
'    Degree of trouble = Heavy
-2- Improper supply of power.<Turn on power properly.>
-1- Disconnection of power fuse.<Replace with the new one.>
-1- Disconnection of electric wire.<Replace with the new
    electric wire.>
-3- Disconnection of motor winding.<Repair at the speciallize

```



```

work shop.>
-3- Scale deposit.<Disassemble and clean up.>
-2- Defective electromagnetic contactor.<Replace electromagne
tic contactor.>',nl].
message(water_feed_rotate_not) = [nl,
' Degree of trouble = Heavy
-2- Strainer is blocked with dust.<Disassemble and clean up.>
-2- Valve at the suction or discharge side is closed.<Open
valve.>
-3- No water feed in the water tank.<Cut off the power supply
and turn on when water was filled up.>
-3- Air is suctioned at the mechanical seal.<Replace with the
new one.>
-2- Too high temperature inlet water.<Restart when low tempera
ture inlet water.>
-3- Motor is reverse rotating.<Confirm wiring.>',nl].
message(water_feed_not_ill) = [nl,
' Degree of trouble = Heavy
-2- Faulty electromagnetic contactor.<Replace with the new one.>
-2- Faulty thermal relay.<Replace with the new one.>
-2- Defective indication lamp.<Replace with the new one.>
-1- Poor contact of relay.<Replace with the new one.>
-3- Float switch not operated.<Inspect the float switch.>',nl].
message(water_feed_ill_not) = [nl,
' Degree of trouble = Heavy
-1- Feed water pump operated in single phase condition.
<Check and clean electromagnetic contactor.>
-2- Poor contact of power cable from the control panel to
the motor.<Replace with the new one or tighten properly.>
-3- Short cut between phases, earthing in motor.
<Consult the motor company.>',nl].
message(water_feed_body_not) = [nl,
' Degree of trouble = Heavy

```

```

-2- Rust of runner.<Disassemble and clean up.>
-3- Bite of foreign solid.<Replace with the new one.>
-2- Seizure at rotating part of pump.<Disassemble and clean
    up.>',nll].
message(water_feed_body_rotate) = [nl,
'   Degree of trouble = Heavy
-3- Rotation number are not enough.<Consult the motor company.>
-3- Abrasion on the runner and mechanical seal after long use.
    <Repair at the work shop.>
-2- Leakage of air into the suction pipe.<Evacuate air leakage.>
-2- Mixed of foreign material in the suction valve,discharge
    valve,and strainer.<Disassemble and clean up.>
-2- Leakage in suction check valve.<Replace with the new one.>
-2- Out of specification of pump.<Replace with the new one.>',nll].
message(water_feed_overheat) = [nl,
'   Degree of trouble = Moderate
-1- Leakage or defective discharge line check valve.<Replace
    with the new check valve.>
-2- Check valve stucked.<Disassemble and clean up.>',nll].
message(water_feed_noisy) = [nl,
'   Degree of trouble = Moderate
-1- Loose in nut between pump and motor.<Tighten up.>
-2- Loose or rupture in pump belt.<Tighten up or replace with the
    new one.>
-2- Lack of lubricate in pump.<Lubricate pump.>
-4- Incorrect in pump rotating.<Confirm the wiring.>
-3- Did not open valve in suction or discharge line.<Open valve.>
-2- Cracked in coupling.<Replace with the new one.>
-2- No water in feed water tank.<Fill up the water to tank.>
-3- Blocked in suction or discharge line.<Disassemble and clean
    up.>',nll].
message(water_feed_vibrating) = [nl,
'   Degree of trouble = Moderate

```


- 2- Foreign solid entered.<Disassemble and clean up.>
- 2- Incorreced in blade position or bearing misalignment.
<Repair at the work shop.>
- 1- Unbalance rotating device.<Repair at the work shop.>
- 3- Shaft bowed.<Replace with the new one.>
- 2- Improper foundation or loose of nut.<Tighten nut properly.>
- 2- Misalignment of center line and pump.<Realignment.>
- 3- Distorting of connector and pipe.<Re-adjust properly.>
- 3- Coupling,rubber or nut is worn.<Replace with the new one.>',nll.

message(water_water_unchange) = [nl,

' Degree of troble = Moderate

- 1- Blocked in pipe line or valve.<Disassemble and clean up.>
- 2- Did not open water level gauge valve.<Open valve.>
- 3- Leakage in valve connection or water column connector.
<Replace valve with the new one.>
- 4- Water column is too far from boiler.<Re-installation.>
- 4- Both water columns did not install in the same level.
<Re-adjust properly.>
- 4- Boiler is tilt installation.<Re-adjust properly.>',nll.

message(water_water_decrease) = [nl,

' Degree of trouble = Moderate

- 1- Insufficient water in tank.<Fill up the water to tank.>
- 2- Did not open valve in suction or discharge line.<Open valve.>
- 3- Corrosion or cracked in suction or discharge line.
<Replace with the new one.>
- 2- Blocked in suction or discharge line with foreign material.
<Disassemble and clean up.>
- 3- Defection in pump.<Consult the pump company.>
- 2- Too high temperature water in tank.<Fill the cold water to tank.>
- 2- Pressure in pump is lower than pressure in boiler.
<Consult the pump company.>',nll.


```
message(water_water_high) = [nl,
' Degree of trouble = Moderate
-2- Faulty function of water level relay.<Re-set the function.>
-1- Scale deposit in water level detecting electrode.
    <Disassemble and clean up.>
-1- Scale deposit in water level float switch;then stucked.
    <Disassemble and clean up.>
-2- Blocked or closed valve in water or steam line.
    <Disassemble and clean up.>
-3- Cracked or incorrected pole in plug for electrode holder.
    <Replace with the new one.>
-3- Disconnected, loose or ruptured wire.<Replace with the
    new wire.>',nl].
```

```
message(water_water_low) = [nl,
' Degree of trouble = Emergency
-1- Scale deposited on the electrode.<Disassemble and clean up.>
-3- Cracked or incorrected pole in plug for electrode holder.
    <Replace with the new one.>
-2- Disconnected, loose or ruptured in wire.<Replace with the new
    wire.>
-3- Improper water level float setting.<Re-set properly.>
-3- Defective in water level float.<Replace with the new one.>
-3- Incorrected function of water level relay.<Reset the
    function properly.>
-2- Shorted circuit in water level detecting electrode.
    <Disassemble and clean up.>
-1- Stucked in water level float with scale deposit.
    <Disassemble and clean up.>
-2- Blocked or closed valve in water or steam line.
    <Disassemble and clean up.>',nl].
```

```
message(water_pressure_underpressure) = [nl,
' Degree of trouble = Emergency
-2- Water tank is empty.<Fill up the water to tank.>
```

- 2- Defective water pump.<Restart BODES to waterside/feed_water_pump.>
- 1- Blocked or defective in pressure switch.<Disassemble and clean up.>
- 3- Leakage in safety valve.<Replace with the new one.>
- 3- Blocked or almostly blocked in strainer.<Disassemble and clean up.>
- 2- Defective pressure gauge.<Replace with the new one.>
- 3- Water in boiler is empty.<Cut off the power supply and do not feed the water to boiler.>',nl].

message(water_pressure_overpressure) = [nl,

' Degree of trouble = Emergency

- 2- Blocked in water line to boiler.<Disassemble and clean up.>
- 2- Check valve did not open.<Remove to check the valve.>
- 2- Did not open main steam valve.<Open valve.>
- 3- Pressure differential setting too large.<Re-set properly.>
- 2- Defective pressure gauge.<Replace with the new one.>
- 1- Defective pressure switch.<Replace with the new one.>',nl].

message(water_vessel_priming) = [nl,

' Degree of trouble = Moderate

- 1- Detergents,oils and fats in water.<Blowdown the boiler water.>
- 2- Excessive alkalinity.<Chemical treatment.>
- 1- Suspend solid in water.<Blowdown the boiler water.>
- 1- High dissolved solid content.<Blowdown the boiler water.>
- 3- Too much chemical in water treatment.<Blowdown the boiler water.>',nl].

message(water_vessel_carry) = [nl,

' Degree of trouble = Moderate

- 1- Dirty or TDS > 2500 ppm.<Blowdown the boiler water.>
- 2- Detergents,oils and fats in water.<Blowdown the boiler water.>
- 3- Too small steam line.<Replace with the larger pipe.>

- 2- Over steam utilization.<Decrease the steam utilization.>
- 2- Too high water level in boiler.<Blowdown the boiler water.>
- 3- Too much condensate water in steam header.
 <Install steam trap.>
- 3- Suddenly steam utilization.<Open main steam valve slowly.>
- 3- Thermal loss in main steam line.<Insulation.>',nl].

message(water_vessel_scale) = [nl,

' Degree of trouble = Moderate

- 1- Improper in softener maintenance.<Clean softener with the salt water in the proper period.>
- 1- Did not treat underground water.<Water treatment.>
- 2- Too much Ca,Mg,Calcium carbonate,Magnesium carbonate, calcium sulphate etc. in hard water to boiler.
 <Chemical treatment.>',nl].

message(water_vessel_sludge) = [nl,

' Degree of trouble = Moderate

- 1- Fats in water.<Blowdown the boiler water.>
- 2- Suspend solids in water.<Remove from the water.>',nl].

message(water_vessel_pitting) = [nl,

' Degree of trouble = Moderate

- 1- Mineral in water.<Aeration,cation exchange or filtration.>
- 2- Acidic in water,pH > 7 with HCl or sulphuric acid.
 <Chemical treatment to pH = 9-11.>
- 3- Too much Carbondioxide in water.<Chemical treatment or deaeration.>
- 3- Too much Oxygen in water.<Treat with hydrasine or deaeration.>',nl].

message(water_vessel_brittle) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

- 4- Insufficient strength of structure against pressure.
 <Strengthen the boiler structure.>
- 2- Too much Sodium carbonate,Sodium bicarbonate,Sodium chloride in alkalinity water.<Chemical treatment with

lime-soda,dimineralization or anion exchange.>' ,nll.

message(water_vessel_swollen) = [nl,

' Degree of trouble = Emergency

-2- Out of water in boiler.<Cut off the power supply and install low water cut off switch.>

-1- Scale deposit in flue contact surface.<Remove scale and water treatment.>

-3- Too much sludge in boiler.<Blowdown the boiler water frequently but not more than 8 hours/time.>' ,nll.

message(water_vessel_crack) = [nl,

' Degree of trouble = Emergency

-1- Too large temperature difference between flow and return water.<Circulation.>

-3- Inadequate control of the return flow water temperature. <Inspect to the feed water system properly.>

-3- Excessive thermal cycling as a result of rapid load change.<Inspect to fuel feed system properly.>' ,nll.

message(water_vessel_insufficient) = [nl,

' Degree of trouble = Moderate

-1- Dirty furnace and tubes.<Clean up.>

-1- Dirty nozzles.<Clean up.>

-2- Fuel pressure too low.<Inspect oil heater whether it fail.>

-3- Insufficient boiler capacity.<Add with new boiler.>

-2- Air/fuel ratio not in proper condition.<Re-adjust properly.>

-3- Leakage at manhold seal.<Replace with new seal.>

-3- Too small steam line.<Replace with the larger size.>

-3- Leakage in safety valve.<Replace with the new one.>' ,nll.

message(water_vessel_hammer) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

-1- Too much water in steam.<Install steam trap.>

-3- Incorreced of line installation.<Inspect the incorreced of the pipe.>

-2- Too much TDS in water.<Blowdown the boiler water.>' ,nll.

```
message(fire_pump_not_operate) = [nl,
```

```
' Degree of trouble = Heavy
```

- 1- Poor contact in electromagnetic contactor.
 <Replace with the new one.>
- 2- Dirty contact in thermostat.<Clean up.>
- 3- Poor contact in thermal relay.<Repair at the work shop.>
- 2- Poor contact of the power cable from control panel to motor.
 <Replace with the new connector.>
- 3- Damage in low voltage coil of thermostat relay.<Replace
 with the new one.>
- 4- Disconnected low voltage line.<Re-connect.>',nl].

```
message(fire_pump_operate) = [nl,
```

```
' Degree of trouble = Heavy
```

- 1- Wiring connection loose at terminals.<Tighten the wiring
 connector.>
- 2- Pump bound-up;unable to rotate.<Consult the oil pump
 company.>
- 3- Blades locked against housing.<Consult the oil pump
 company.>
- 3- Defective motor capacitor.<Replace with the new capacitor.>
- 3- Worn brush in motor.<Replace with the new brush.>
- 3- Disconnected in motor thermal overload circuit.<Re-set.>
- 4- Starting winding burnt out.<Repair at the work shop.>
- 3- Motor bearing was seized.<Free up and lubricate>.
- 4- Defective motor starting switch.<Replace with the new
 one.>',nl].

```
message(fire_pump_not_supply) = [nl,
```

```
' Degree of trouble = Heavy
```

- 1- Loose coupling.<Tighten up.>
- 2- Air leaked in suction line.<Remove suction valve and clean
 or replace.>
- 2- Dirty nozzle.<Clean up.>
- 3- No oil pressure.<Replace pump.>


```

-3- Pump strainer completely clogged.<Disassemble and clean up.>
-3- No ignition.<Restart BODES to fire/ignition_not.>
-3- Defective pressure regulating valve.<Replace with the new
    one.>
-2- Low oil level in tank.<Fill up.>
-2- Oil heater failure.<Replace with the new one.>
-2- Leak in oil line.<Tighten joints.>
-2- Gear damaged.<Replace pump.>
-3- Shut off valve closed.<Open.>
-3- Reduce in capacity.<Replace pump.>
-4- Water in oil tank.<Extract water from oil.>',nl].
message(fire_pump_high_temp) = [nl,
'    Degree of trouble = Heavy
    -2- Leakage in inner gear.<Replace oil seal and O-ring.>
    -3- Too much tighten in gland packing.<Loose properly.>',nl].
message(fire_pump_noisy) = [nl,
'    Degree of trouble = Heavy
    -3- Worn gear in spite of foreign solid in lubricated oil.
        <Change with up grade lube oil.>
    -2- Spalled in bearing become lack of lubrication.<Change with
        up grade lube oil.>
    -2- Loose in coupling.<Tighten up.>
    -3- Cavitation.<Consult the oil pump company.>',nl].
message(fire_pump_burnt) = [nl,
'    Degree of trouble = Heavy
    -3- Foreign solid in lubricated oil.<Change with up grade lube
        oil.>
    -2- Incorrected center line of pump.<Realignment.>',nl].
message(fire_pump_leakage) = [nl,
'    Degree of trouble = Moderate
    -1- Worn in stuffing box or shaft.<Repair in the work shop.>
    -2- Improper gasket or structure.<Replace with the proper
        gasket.>

```



```
-3- Overpressure in oil.<Consult the oil pump company.>',nl].
message(fire_heater_not_ill) = [nl,
' Degree of trouble = Moderate
-2- Disconnection of fuse.<Replace with the new one.>
-3- Faulty function of heater relay.<Replace with the new
one.>',nl].
message(fire_heater_ill) = [nl,
' Degree of trouble = Moderate
-2- Disconnection of oil heater circuit.<Re-connect.>
-3- Defective thermostat.<Replace with the new one.>',nl].
message(fire_fuel_system_decrease) = [nl,
' Degree of trouble = Moderate
-2- Faulty thermostat.<Replace with the new one.>
-3- Faulty oil heater.<Restart BODES to fireside/oil_heater.>
',nl].
message(fire_fuel_system_not) = [nl,
' Degree of trouble = Moderate
-1- Set Pressure control switch incorrectly.<Check and re-set
properly.>
-2- Pressure gauge fault.<Replace with the new one.>
-1- Pressure regulator or governor fault.<Replace with the new
one.>
-3- Fuel isolating valve closed.<Open valve.>',nl].
message(fire_fuel_system_press) = [nl,
' Degree of trouble = Moderate
-2- Blocked in strainer.<Disassemble and clean up.>
-3- Incorreced operating pressure setting.<Re-set properly.>
-2- Air leaked to the suction line.<Inspect the suction line.>
',nl].
message(fire_fuel_system_gas) = [nl,
' Degree of trouble = Moderate
-3- Pressure in gas line decrease.<Inspect the up stream
devices.>
```

-2- Incorreced operating in pressure regulating device.

<Replace with the new one.> ',nl].

message(fire_ignition_not) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

-3- Faulty spray of main burner.<Re-adjust properly.>

-1- Insufficient propane gas to the pilot burner.<Inspect propane gas cylinder or regulating valve.>

-2- Defective spark plug.<Replace with the new one.>

-3- Faulty flame eye.<Restart BODES to fireside/flame_eye.> ',nl].

message(fire_ignition_supply) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

-2- Motor drew too much starting current.<Consult the oil pump company.>

-1- Defective ignition transformer.<Replace with the new one.>

-1- Ignition leads shorted, loose or disconnected.<Inspect its abnormality.>

-2- Loose in wiring connection at primary control.<Tighten up.>

-3- Electrodes were set too far apart.<Re-adjust properly.>

-2- Disconnected in transformer wiring.<Re-connect.>

-3- Porcelain insulators cracked, soot covered or shorted circuit.<Replace the insulator.>

-3- Oil spray defected due to leaned nozzle.<Re-adjust properly.>

-3- Too much voltage dropped in line.<Replace the wire.>

-3- Fault in burner control.<Replace burner control.>

-2- Ignition electrode dirty and damp.<Clean up and re-adjust.> ',nl].

message(fire_ignition_off) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

-3- Defective ignition relay coil.<Replace with the new one.>

-2- Boiler water priming and low water cut-off disturbing.<Blowdown the boiler water.>

-2- Faulty flame eye.<Restart BODES to fireside/flame_eye.>

-2- Oil control valve did not close in return line.<Replace with

the new one.>

- 1- Thermostat differential setting too close.<Re-set properly.>
- 4- Incorreced in operation function of ignition relay.
<Replace with the new one.>
- 2- Safety interval timing too short.<Extend interval timing properly',nll.

message(fire_ignition_ignite) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

- 1- Nozzle did not operate because of dirt.<Disassemble and clean up.>
- 2- Oil pressure too low.<Inspect to oil heater.>
- 2- Loose nozzle.<Tigthen and re-adjust.>
- 3- Too much excess air and very high draft.<Re-set properly.>
- 3- Electrode too far back of nozzle spray.<Re-adjust properly.>
- 3- Water mixed in oil.<Extract water in oil.>
- 3- Too heavy oil.<Change with up grade oil.>
- 3- Ignition spark shorted circuit on blast tube nozzle.
<Re-set and tighten electrode properly.>
- 3- Nozzle insert loose or defective.<Tighten or replace with the new one.>
- 3- Dirty electrode or cracked.<Clean up or replace.>',nll.

message(fire_pilot_no) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

- 1- Defective ignition transformer.<Replace with the new one.>
- 2- Faulty function of the gas solenoid valve.<Replace with the new one.>
- 2- Defective low pressure switch for ignition gas.<Replace with the new one.>
- 2- Faulty function of relay for the gas solenoid valve.
<Replace with the new one.>
- 3- Defective protection relay.<Replace with the new one.>
- 3- Gas cylinder empty.<Replace new gas cylinder.>
- 3- Gas pressure too low or too high.<Inspect the gas pressure

regulating valve>.

- 3- Gas solenoid valve shut.<Check electrical circuit.>
- 3- Spark plug porcelain cracked or shorted.<Replace with the new one.>
- 3- Gas cylinder valve closed.<Open valve.>
- 4- HT ignition cable shorted or disconnected.<Replace with new cable.>
- 4- Incorreced spark plug setting.<Re-set properly.>',nll].

message(fire_pilot_inconsistent) = [nl,

- ' Degree of trouble = Heavy
- 1- Insufficient propane gas to the pilot burner.<Inspect gas cylinder or valve.>
- 2- Defective spark plug.<Replace with the new one.>
- 3- Faulty spray of main burner.<Re-adjust properly.>
- 4- Faulty flame eye.<Restart BODES to fireside/flame_eye.>',nll].

message(fire_pilot_not_off) = [nl,

- ' Degree of trouble = Heavy
- 1- Faulty fuel safety shut off valve.<Replace with the new one.>
- 2- Faulty protector relay.<Replace with the new one.>',nll].

message(fire_main_pilot) = [nl,

- ' Degree of trouble = Heavy
- 2- Defective oil solenoid valve.<Replace with the new one.>
- 3- Defective flame eye.<Replace with the new one.>
- 3- Faulty function of flame relay.<Restart BODES to fireside/flame_eye.>
- 3- Low oil pressure.<Inspect oil heater whether it fail.>',nll].

message(fire_main_no) = [nl,

- ' Degree of trouble = Heavy
- 1- Gas pilot burner nozzle set incorrectly.<Re-adjust properly.>
- 2- Main burner nozzle was blocked.<Disassemble and clean up.>
- 3- Fuel line to nozzle was blocked.<Disassemble and clean up.>
- 2- Incorreced fuel pressure.<Consult the oil pump company.>
- 3- Blocked fuel filter.<Disassemble and clean up.>',nll].

```

message(fire_main_off) = [nl,
' Degree of trouble = Heavy
-1- Faulty pressure control device.<Replace with the new one.>
-2- Faulty thermostat.<Replace thermostat.>
-2- Low fuel pressure;unstable burner condition.<Inspect oil
heater whether it fail.> .
-2- Too low water condition in boiler,expansion tank or vessel.
<Cut off the power supply and fill up water.>
-3- Faulty power supply.<Replace with the new one.>
-3- Burner fail to lock out after flame failure
<Replace safety switch in protector relay.>'],nl].

message(fire_main_stop) = [nl,
' Degree of trouble = Heavy
-1- Faulty solenoid valve;blocked by wastes.<Disassemble and
clean up.>
-2- Faulty return flow check valve.<Replace with the new one.>
-3- Leakage in solenoid valve.<Replace with the new one.>
-3- Ball valve spring in nozzle strucked.<Replace.>'],nl].

message(fire_flame_lock_out) = [nl,
' Degree of trouble = Heavy
-1- Dirty flame eye or glass.<Clean with cloth or petrol.>
-2- Faulty,cracked or worn at flame eye.<Replace with the new
one.>
-2- Flame fault.<Reset.>
-2- Loose in flame eye or protector relay.<Tighten properly.>
-3- High-and-low in fuel pressure.<Inspect oil heater whether it
fail.>
-3- Incorrected air/fuel ratio.<Re-adjust properly.>
-3- Defective safety switch or protector relay.<Replace with the
new one.>'],nl].

message(fire_flame_no_operate) = [nl,
' Degree of trouble = Heavy
-1- Dirty flame eye.<Clean with cloth or petrol.>

```



```

-2- Loose or faulty wiring.<Tighten up wiring.>
-3- Faulty protector relay.<Replace with the new one.>
-3- Faulty flame eye or vacuum tube in cell.<Replace with the
    new one.>
-3- Thermally overloaded.<replace burner control.>
-3- Disconnected in flame eye wiring.<Re-connect.>',nl].
message(fire_chamber_puffback) = [nl,
' Degree of trouble = Moderate
-1- Too much ignition delayed.<Re-adjust timing delay.>
-1- Improper electrode setting.<Re-set properly.>
-1- Defective transformer.<Replace with the new one.>
-2- Voltage has dropped when burner started.<Inspect wiring.>
-2- Loose ignitors.<Tighten properly.>
-2- Porcelain insulators carbonized.<Disassemble and clean up.>
-2- High tension leads loose,insulation defect or grounded.
    <Tighten leads and inspect igniter insulator.>
-2- Defective oil spray angle.<Re-adjust properly.>
-2- Nozzle dirty,loose or too far back in blast tube.
    <Disassemble,cleanup and re-adjust properly.>
-3- Pump pressure too low.<Consult the oil pump company.>
-3- Oil leaked into chamber.<Replace oil shut off valve.>
-3- High draft.<Re-adjust properly.>
-3- Water in oil.<Extract water.>
-3- Faulty ignition.<Restart BODES to fireside/ignition_system.>
-3- Faulty fuel feed system.<Restart BODES to fireside/fuel_feed
    system.>
-3- Short time in prepurge.<Re-adjust properly.>',nl].
message(fire_chamber_smoke) = [nl,
' Degree of trouble = Moderate
-1- Improper mixing of oil and air.<Re-adjust air/fuel properly.>
-1- Lack of air velocity and turbulence.<Re-adjust air damper.>
-1- Too heavy grade of oil.<Change with up grade oil.>
-2- Nozzle worn,clogged,loose or improper spray angle.

```


<Re-adjust or replace if necessary.>

- 3- Loose or defective coupling.<Tighten or replace.>
- 3- Overfired.<Replace with smaller nozzle.>
- 3- Oil pressure too low.<Inspect oil heater whether it fail.>
- 3- Nozzle too far back in blast tube.<Re-adjust properly.>
- 3- Fan too small,dirty or loose.<Clean up or replace if necessary.>
- 3- Insufficient draft.<Re-adjust properly.>
- 2- Too small stack,dirty or obstruction.<Clean up or replace if necessary.>
- 4- Faulty oil heater.<Restart BODES to fireside/oil_heater.>
,nl].

message(fire_chamber_odor) = [nl,

' Degree of trouble = Moderate

- 2- Draft control stucked in open position.<Consult the boiler company.>
- 1- Lack of air for combustion.<Re-adjust draft properly.>
- 1- Improper of oil and air mixture.<Re-adjust air/fuel ratio properly.>
- 1- Dirty or defective nozzle.<Disassemble and clean up or replace if necessary.>
- 3- Combustion chamber too small.<Consult the boiler company.>
- 2- Oil leaked or spilled.<Inspect where it leak.>
- 3- Poor cut off on pressure regulating valve.<Replace with the new one.>
- 3- Boiler sections were not properly sealed.<Re-seal properly.>
- 2- Cracked in wall or dome of warm air chamber.<Repair at the work shop.>
- 3- Dirty chimney.<Clean up.>
- 3- Poor grade of oil.<Change with up grade oil.>',nl].

message(fire_chamber_noise_mech) = [nl,

' Degree of trouble = Moderate

- 1- Fan noise.<Lubricate the rotating parts.>

- 2- Loose air shutter.<Tighten properly.>
 - 3- Dirty strainers.<Disassemble and clean up.>
 - 3- Obstructed suction line.<Disassemble and clean up.>
 - 2- Tank hum.<Install anti-hum valve.>
 - 2- Motor bearing bind.<Lubricate.>
 - 2- Transformer defective hum.<Replace if necessary.>
 - 3- Burner did not mount securely.<Re-mount properly.>
 - 3- Pump gear worn.<Repair at the work shop.>
 - 3- Air in oil line.<Inspect oil line whether it leak.>
 - 2- Defective coupling.<Replace with the new one.>
 - 3- Motor insecurely mounted.<Re-mount properly.>
 - 2- Pump and motor shaft misaligned.<Realignment.>
 - 2- Draft control vibrating.<Re-adjust properly.>
 - 3- Vacuum in oil line too high.<Clean filter and open valve fully.>
 - 3- Air in pump.<Tighten joint.>',nl].
- message(fire_chamber_noise_comb) = [nl,
- ' Degree of trouble = Moderate
- 2- Draft control improperly adjusted or locked in open position.
<Re-adjust draft properly.>
 - 3- Stack is dirty,too small or obstructed.<Clean up or replace if necessary.>
 - 3- Too small chamber.<Consult the boiler company.>
 - 3- Nozzle clogged.<Disassemble and clean up.>
 - 3- Nozzle too far forward.<Re-adjust properly.>
 - 2- Flame impingement.<Re-adjust nozzle properly.>
 - 3- Too large nozzle,high fire.<Replace with smaller nozzle.>
 - 2- Too high or low fuel pressure.<Inspect oil heater whether it fail.>
 - 2- Insufficient mixing of air and oil.<Re-adjust air/oil ratio.>
 - 3- Lack of turbulence.<Re-adjust damper properly.>
 - 3- Lack of primary air.<Replace with larger fan.>
 - 4- Wrong spray angle.<Re-adjust spray angle properly.>

-4- Boiler passage too restricted or over baffled.

<Consult the boiler company.>',nl].

message(fire_chamber_consumption) = [nl,

' Degree of trouble = Moderate .

-1- Nozzle too large;overfired.<Replace with smaller nozzle.>

-1- Nozzle worn or dirty.<Clean up or replace if necessary.>

-1- Oil leaked at buried tank or in buried suction or return line.<Inspect where it leaks.>

-2- Oil pressure too low.<Inspect oil heater whether it fail.>

-2- Thermostat setting in wrong location;setting too high or wrong differential.<Re-set properly.>

-4- Too small boiler or chamber.<Consult the boiler company.>

-3- Defective pressure relief valve.<Replace with the new one.>

-3- Defective gas regulator valve.<Replace with the new one.>

-2- Too much excess air;low carbondioxide.<Re-adjust air/fuel ratio properly.>

-3- Lack of turbulence.<Re-adjust damper properly.>

-2- Boiler sooted up.<Re-adjust air/fuel ratio properly.>

-3- Poor or excessive draft.<Re-adjust draft properly.>

-2- High stack temperature;over 200 c.<Clean up fire tube.>

-1- Scale deposit on heating surface.<Clean up.>',nl].

message(fire_blower_rotate) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

-1- Control circuit fuse ruptured.<Replace with the new one.>

-2- Thermal overload on motor required setting.<Re-set.>

-2- Water level controller stucked on low water cut-off.<Reset.>

-2- Faulty fan motor.<Replace with the new one.>

-2- Protector relay stucked on flame failure cut-off.<Reset.>

-3- High-limit switch faulty.<Replace with the new one.>

-3- Oil temperature switch not operating.<Replace with the new one.>

-3- Faulty motor electromagnetic contactor.<Replace with the new one.>',nl].


```

message(fire_blower_stop) = [nl,
'   Degree of trouble = Moderate
   -1- Faulty electromagnetic contactor.<Replace with the new one.>
   -2- Faulty protector relay.<Replace with the new one.>',nl].
message(fire_blower_temp) = [nl,
'   Degree of trouble = Moderate
   -2- Foreign solid in lubricated oil.<Change with up grade oil.>
   -3- Improper type of lubricated oil.<Change to proper type.>
   -3- Over vibration.<Restart BODES to fireside/blower/over_
       vibration.>
   -3- Out of center line.<Re-alignment.>',nl].
message(fire_blower_vibrating) = [nl,
'   Degree of trouble = Light
   -1- Rotating device twisted.<Replace with the new one.>
   -2- Blades worn inequally.<Repair at the work shop.>
   -3- Rotor and stator are contacting.<Repair at the work shop.>
   -3- Out of center line.<Re-alignment.>',nl].
message(fire_overheat_burner_1) = [nl,
'   Degree of trouble = Emergency
   -2- Nozzle or adapter loose causing bad leak into chamber.
       <Tighten and adjust nozzle properly.>
   -3- Pump pressure too high.<Consult the oil pump company.>
   -1- Poor cut-off on pressure regulating valve
       ;bad continuous after fire.<Replace with the new one.>',nl].
message(fire_overheat_control_1) = [nl,
'   Degree of trouble = Emergency
   -2- Thermostat setting in wrong location subjected to draft
       too low.<Re-set thermostat properly.>
   -2- Thermostat differential setting too large.<Re-set in
       smaller differential.>
   -3- Wrong resistor heater in thermostat.<Re-set to proper
       resistance.>
   -3- Shorted circuit in low voltage line in heater.<Repair in

```

work shop.>

-3- Thermostat stucked in "ON" position.<Consult the boiler company.>

-2- Pressure limit control not operating;setting too high.
<Re-set limitcontrol properly.>

-4- Relay polarity reversed.<Confirm the wiring.>',nl].

message(fire_overheat_system_1) = [nl,

' Degree of trouble = Emergency

-3- Boiler chamber too large.<Need baffles.>

-2- Circulator did not running;if existed.<Consult the boiler company.>',nl].

message(fire_underheat_pump) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

-2- Loose coupling.<Tighten up properly.>

-2- Pressure setting too low.<Re-set properly.>

-1- Defective pressure regulating valve.<Replace with the new one.>

-2- Sticky bypass valve.<Disassemble and clean up.>

-3- Dirty pump strainer or filter.<Disassemble and clean up.>

-3- Air leaked in suction line.<Inspect where it leak.>

-3- Pump gear worn.<Repair at the work shop.>

-3- Defective pump seal.<Replace with the new one.>

-3- Water mixed in oil.<Extract water from oil.>

-3- Dirt in oil.<Change with up grade oil.>

-3- Restricted or partially clogged fuel line.<Clean up.>

-4- Motor did not come to speed.<Consult the oil pump company.>

-3- Pump partially air bound.<Evacuate air bound.>',nl].

message(fire_underheat_nozzle) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

-2- Loose nozzle;nozzle too small or dirty.<Remove for clean up and tighten properly.>

-3- Nozzle too far forward and carbonized.<Re-adjust properly.>

-2- Nozzle insert loose.<Tighten up>.

- 3- Oil pressure too low.<Inspect oil heater whether it fail.>
- 3- Nozzle not centered nor at proper height.<Re-adjust properly.>
- 3- Improper angle of spray.<Re-adjust angle properly.>',nl].

message(fire_underheat_fan) = [nl,

' Degree of trouble = Moderate

- 2- Fan blades dirty.<Disassemble and clean up.>
- 2- Air shutter opened too wide.<Re-adjust properly.>
- 4- Fan rotation reversed.<Confirm the wiring.>
- 2- Too much access air.<Re-adjust damper properly.>
- 2- Air/oil mixture unsatisfactory.<Re-adjust air/fuel ratio properly.>
- 4- Fan too small.<Replace with the larger one.>
- 2- Coupling loose.<Tighten up.>
- 4- Fan motor did not come up to speed.<Consult the boiler company',nl].

message(fire_underheat_thermostat) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

- 2- Out of calibration.<Re-calibrate thermostat.>
- 3- Setting in wrong location;too low or wrong differential setting.<Re-set differential properly.>
- 2- Loose in low voltage line contactors.<Tighten the contactor.>
- 3- Dirty contactors.<Clean up.>
- 3- Wrong heater element in thermostat.<Consult the boiler company.>',nl].

message(fire_underheat_steam) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

- 2- Boiler water dirty and priming.<Blowdown the boiler water.>
- 3- Water level too high.<Blowdown the boiler water.>
- 3- Thermal loss in line.<Need insulation.>
- 4- Flue passages too large.<Need baffles.>
- 3- Boiler sooted up.<Re-adjust air/fuel ratio properly.>
- 3- Exhaust air leaked through boiler sections.<Inspect where

it leaks.>' ,nl].

message(fire_underheat_warm) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

- 4- Chamber too small.<Consult the boiler company.>
- 4- Blower fan too small.<Replace with the larger one.>
- 2- Fan belt loose or off.<Re-adjust fan belt properly.>
- 3- Fan motor did not come up to speed.<Replace.>
- 3- Fan pulley loose.<Re-adjust properly.>
- 3- Fan control cut-in setting too high.<Re-set properly.>
- 3- Bad air leaked through chamber.<Inspect where it leaks.>
- 3- Air filter dirty.<Disassemble and clean up.>
- 2- Register opening too small.<Re-adjust properly.>' ,nl].

message(fire_underheat_draft) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

- 2- Excessive draft.<Re-adjust draft properly.>
- 2- Stack too high.<Shorten stack properly.>
- 3- No draft control.<Consult with the boiler company.>
- 4- Sudden excessive draft or low draft.<Re-adjust draft properly.>' ,nl].

message(fire_underheat_chamber) = [nl,

' Degree of trouble = Heavy

- 4- Improper size of combustion chamber.<Consult the boiler company.>
- 2- Underfired.<Replace with the larger nozzle.>
- 4- Chamber was constructed of improper material.<Consult the boiler company.>' ,nl].



ประวัติผู้เขียน

นายบัณฑิต วงศ์เดอริ เกิดเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ.2505 ที่อำเภอพระโขนง จังหวัดกรุงเทพฯ ได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2527 ประสบการณ์ในการทำงาน เคยทำงานในตำแหน่งวิศวกรไฟฟ้า บริษัท สยามเทลเทค จำกัด ปัจจุบันทำงานในตำแหน่ง วิศวกรอากาศยาน กองควบคุมงานซ่อมบำรุงอากาศยาน ฝ่ายช่าง บริษัท การบินไทย จำกัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย