HEDRICH

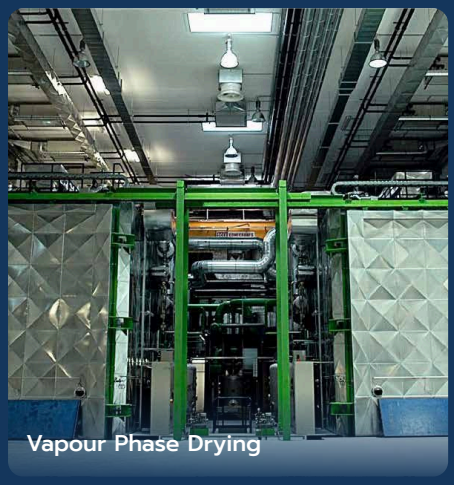
HEDRICH GMBH · EHRINGSHAUSEN-KATZENFURT · GERMANY


เครื่องกรองน้ำมันหม้อแปลง


เตาอบสูญญากาศ Hot Air / Nitrogen



Low-Frequency Heating


Vapour Phase Drying


Vacuum Cast Resin


ชุดปั๊มสูญญากาศ

PRODUCT GUIDE FOR TRANSFORMER MANUFACTURERS

ระบบสูญญากาศสำหรับโรงงานหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องกรองน้ำมัน · เตาอบสูญญากาศ · ปั๊มสูญญากาศ · Cast Resin

แนะนำระบบที่ใช้ในการผลิตหม้อแปลง ว่าแต่ละระบบทำงานอย่างไร เหมาะกับงานแบบไหน และมีข้อมูลเทคนิคอะไรบ้าง สำหรับช่วยเลือกระบบที่ตรงกับโรงงานของคุณ

500 – 12,000 ลิตร/ชม. เครื่องกรองน้ำมัน	**4 ระบบ** อบแห้งหม้อแปลง	**ปั๊มถึง 100,000** ลบ.ม./ชม. ชุดปั๊มสูญญากาศ

ABOUT HEDRICH

ผู้ผลิตเครื่องจักรสูญญากาศจากเยอรมนี

HEDRICH ออกแบบและผลิตเครื่องจักรกระบวนการสูญญากาศ สำนักงานใหญ่อยู่ที่เมือง Ehringshausen ประเทศเยอรมนี ส่งออกสินค้าไปทุกทวีปตั้งแต่ปี 1970 และจัดหาเทคโนโลยีให้อุตสาหกรรมไฟฟ้ามาประมาณ 60 ปี

1970
เริ่มส่งออกไปทุกทวีป

~60 ปี
จัดหาเทคโนโลยีให้อุตสาหกรรมไฟฟ้า

50+ ปี
ประสบการณ์สร้างชุดปั๊มสูญญากาศ

1978
เครื่องผสม-ไล่ก๊าซฟิล์มบางสำหรับเรซินผสมสารตัวเติมเครื่องแรก

กลุ่มผลิตภัณฑ์ของ HEDRICH

- **อบแห้งและรักษาสภาพฉนวนกระดาษ-น้ำมัน** เครื่องกรองน้ำมัน เตาอบ Hot Air / Nitrogen / Low-Frequency / Vapour Phase เครื่องอบแห้งและอัดน้ำมัน
- **ชุดปั๊มสูญญากาศ** แบบ oil-sealed, dry-running และ liquid ring
- **เครื่องจักรสำหรับฉนวนเรซิน** หล่อสูญญากาศ, APG, Shot Dosing, Infusion
- **VOGEL** เครื่องหนีบแม่พิมพ์ แม่พิมพ์ ระบบผสม-จ่ายสำหรับเรซินอีพอกซีและซิลิโคน (LSR)
- **ซอฟต์แวร์และระบบควบคุมอัตโนมัติ**



ตัวอย่างระบบสูญญากาศของ HEDRICH (ภาพจากเอกสารผู้ผลิต)

Tan & Sons กับ HEDRICH

- Tan & Sons ก่อตั้งในปี 2516 (1973) ดูแลตลาด **ไทย ลาว และกัมพูชา**
- ส่งมอบ **เครื่องกรองน้ำมัน HEDRICH** ให้โรงงานหม้อแปลงและผู้ใช้งานในประเทศ ตั้งแต่ปี 2537 (1994) ถึงปี 2566 (2023) ตั้งแต่รุ่น AP10T ถึง AP120TS
- จำหน่ายและติดตั้งระบบอบแห้งหม้อแปลง **Vapour Phase** ขนาด 500 MVA (ปี 2556)
- มีงานเสนอราคาและโครงการระบบ **เตาอบ Hot Air, Low-Frequency** และ **Cast Resin** สำหรับโรงงานหม้อแปลงในประเทศ

สิ่งที่ลูกค้าได้จาก Tan & Sons

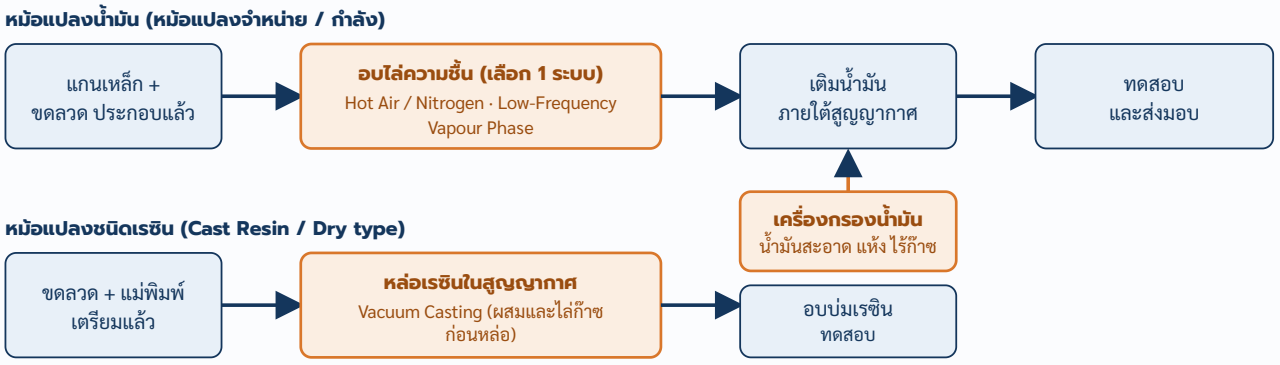
- ช่วยเลือกระบบและกรอก **แบบสอบถาม (Questionnaire)** ของ HEDRICH ให้ตรงกับงาน
- ประสานงานเสนอราคา สั่งซื้อ และนำเข้า
- สอบถามอะไหล่และบริการหลังการขายได้ที่ Tan & Sons

ที่มา: เว็บไซต์และโบรชัวร์ของ HEDRICH, เอกสารแนะนำบริษัทของ Tan & Sons

WHERE IT FITS

ระบบของ HEDRICH อยู่ตรงไหนในสายการผลิตหม้อแปลง

ฉนวนของหม้อแปลงคือกระดาษและน้ำมัน ซึ่งดูดความชื้นง่าย ถ้ามีความชื้นหรือก๊าซเหลืออยู่ ฉนวนจะทนแรงดันได้น้อยลงและเสื่อมเร็วขึ้น จึงต้องอบแห้งและกรองน้ำมันภายใต้สูญญากาศ



แผนผังอธิบายหลักการ (schematic) ไม่ใช่แบบทางวิศวกรรม · ปั๊มสูญญากาศของ HEDRICH ใช้ร่วมกับทุกระบบข้างต้น

งานของคุณ → ระบบที่แนะนำ

งานที่ต้องทำ	ระบบ HEDRICH	ดูหน้า
กรองน้ำมันหม้อแปลง ไล่ความชื้นและก๊าซ ก่อนเติมหรือกรองน้ำมันเก่า	**เครื่องกรองน้ำมัน AP series**	4
อบขดลวดและหม้อแปลงทั่วไป ลงทุนประหยัด	**Vacuum Hot Air Drying**	5
ต้องการอบเร็วขึ้นกว่า Hot Air หรืออัปเกรดเตาเดิม	**Vacuum Nitrogen (HN2)**	6
ผลิตหม้อแปลงจำหน่ายจำนวนมาก ต้องการรอบอบ-เติมน้ำมันสั้น	**Low-Frequency Heating**	7
ผลิตหม้อแปลงกำลัง / แรงสูง	**Vapour Phase**	8
ต้องการชุดปั๊มสูญญากาศสำหรับเตาอบ เครื่องกรอง หรือโรงงานทั่วไป	**Vacuum Pumping Units**	10
ผลิตหม้อแปลงเรซิน ฉนวนอีพอกซี หรือชิ้นส่วนหล่อ	**Vacuum Cast Resin / APG**	11–12

ทำไมต้องอบแห้งและกรองน้ำมัน

ความชื้น

กระดาษและน้ำมันฉนวนดูดความชื้นได้ง่าย ต้องลดความชื้นให้น้อยที่สุดเพื่อให้ฉนวนทนแรงดันและคงรูปร่าง

ก๊าซในน้ำมัน

น้ำมันใหม่ก็ดูดก๊าซและความชื้นระหว่างขนส่งและเก็บ จึงควรกรองและไล่ก๊าซก่อนเติมเข้าหม้อแปลง

การหดตัวของฉนวน

กระดาษและกระดานอัดหดตัวเมื่อแห้ง ต้องนำมาคำนวณขนาดหม้อแปลง HEDRICH มีเครื่องอัดไอโซสแตติกชดเชยระหว่างอบ

การเลือกระบบขึ้นกับขนาดหม้อแปลง จำนวนที่ผลิต และสาธารณูปโภคของโรงงาน ทีมงาน Tan & Sons ช่วยประเมินและกรอกแบบสอบถามของ HEDRICH ให้

A เครื่องกรองน้ำมันหม้อแปลง AP series

Vacuum Oil Purification · กำลังกรอง 500 – 12,000 ลิตร/ชั่วโมง



รุ่นแบบเคลื่อนย้ายได้ (Movable) ภาพจากเอกสาร HEDRICH



รุ่นมีตู้คลุม ติดตั้งบนรถหรือฐานล้อ (Mobile)

เครื่องกรองน้ำมันฉนวนของ HEDRICH ใช้ **ไล่ความชื้นและก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำมัน** พร้อมกรองสิ่งสกปรก เหมาะทั้งก่อนเติมน้ำมันเข้าหม้อแปลงใหม่ และการกรองน้ำมันหม้อแปลงที่ใช้งานแล้ว น้ำมันดูดความชื้นและก๊าซได้ระหว่างขนส่งและเก็บ จึงควรกรองก่อนใช้

- ให้ความร้อนน้ำมันทางอ้อมผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (น้ำร้อนวงจรปิด) ไม่เกิดจุดร้อนเฉพาะที่ น้ำมันจึงไม่แตกตัว
- ไล่ก๊าซและความชื้นในถังฟิล์มบาง (thin-film degasser) ภายใต้สูญญากาศ
- ปรับอัตราไหลได้ต่อเนื่องด้วยอินเวอร์เตอร์ ใช้งานได้โดยไม่ต้องมีคนคุมตลอด
- มีถาดรองน้ำมันรั่วและสัญญาณเตือนการรั่ว เสียงรบกวนต่ำ

หลักการทำงาน (แผนผังอธิบาย)



ข้อมูลเชิงเทคนิค (รุ่นมาตรฐาน)

รุ่น	กำลังกรอง (ลิตร/ชม.)	น้ำมันในหม้อแปลง สูงสุด (ลบ.ม.)	ฮีตเตอร์ (kW)	ปั๊มสูญญากาศ (ลบ.ม./ชม.)	ไฟฟ้า (kVA)	ขนาดแบบ Movable ก x ย x ส (มม.)	น้ำหนัก (กก.)
AP 5	500	2	10	25	15	1,200 x 900 x 1,800	500
AP 10	1,000	4	20	40	25	1,350 x 900 x 1,900	700
AP 20	2,000	10	40	100	50	1,650 x 1,100 x 2,200	1,200
AP 40	4,000	20	80	160	85	2,000 x 1,400 x 2,400	1,700
AP 60	6,000	30	120	250	150	2,500 x 1,750 x 2,400	2,000
AP 120 TS	12,000	–	240	300 (+ Roots 2,000)	300	3,500 x 1,900 x 3,100	6,000

≈ 5 ppm / ≈ 3 ppm
ความชื้นตกค้างหลังผ่าน 1 รอบ / หลายรอบ (รุ่นมาตรฐาน)

< 0.2 % / < 0.1 %
ก๊าซตกค้างโดยปริมาตร 1 รอบ / หลายรอบ

≈ 1 mbar
สูญญากาศสุดท้าย

RT – 80 °C
อุณหภูมิน้ำมันปรับได้

เลือกรุ่น: ดูปริมาณน้ำมันในหม้อแปลงและเวลาที่ต้องการกรอง AP 5–AP 20 เหมาะกับหม้อแปลงจำหน่ายและงานภาคสนาม AP 40–AP 120 TS สำหรับหม้อแปลงกำลัง งานเฉพาะสั่งออกแบบได้ (สูงสุด 20,000 ลิตร/ชม. ความชื้น 1 ppm ก๊าซ 0.01 %)

ที่มา: โบรชัวร์ HEDRICH Standard Purification Equipment (E400-1), ใบเสนอราคา AP120TS (ความชื้น ≈ 10 ppm ก๊าซ ≈ 0.2 % หลายรอบ) · ขนาดและน้ำหนักไม่รวมชุดกรอง Fuller's earth

B เตาอบลมร้อนสูญญากาศ (Vacuum Hot Air Drying)

สำหรับขดลวด หม้อแปลงจำหน่าย และหม้อแปลงกำลังถึง 100 MVA

เตาอบลมร้อนสูญญากาศเป็นระบบอบแห้งที่ **ใช้กันมานาน** ในโรงงานหม้อแปลง ใช้พัดลมหมุนเวียนลมร้อนในถังสูญญากาศ ให้ความร้อนแก่ขดลวดและหม้อแปลงอย่างสม่ำเสมอ แล้วไล่ความชื้นออกด้วยสูญญากาศ เทียบกับการอบที่ความดันบรรยากาศ ใช้เวลาสั้นลงเกือบ **50 %**



ถังอบสูญญากาศขนาดใหญ่ ประตูเปิด (ภาพจากเอกสาร HEDRICH)

ทำงานอย่างไร

1 ให้ความร้อนถัง
ผนังถังทุกด้านร้อนด้วยน้ำมันถ่ายเทความร้อน

2 ลมร้อนหมุนเวียน
พัดลมดันลมระหว่างผนังร้อนกับแผ่นกั้นลม ไปยังชิ้นงาน

3 ไล่ความชื้น
อากาศอิ่มไอน้ำถูกเปลี่ยนตามค่าเซนเซอร์ความชื้น

4 ไล่ความชื้นละเอียด
ภายใต้สูญญากาศสูง บันทึก dew point และปริมาณน้ำ

หลักการหมุนเวียนลมร้อนในถังอบ (แผนผังอธิบาย ไม่ใช่ตามสเกล)



จุดเด่นของระบบ
- แผ่นกั้นลมและพัดลมให้ความร้อนสม่ำเสมอทั่วชิ้นงาน
- เซนเซอร์ความชื้นควบคุมการเปลี่ยนอากาศอิ่มไอน้ำ
- ถังกลมหรือเหลี่ยม ตามชิ้นงานและพื้นที่โรงงาน
- ชุดปั๊มสูญญากาศแบบ oil-sealed หรือ dry-compressing

จุดเด่น

- ให้ความร้อนทั้งถัง (บน ล่าง ผนังหลัง ประตู) หลายวงจร ควบคุมอุณหภูมิแยกได้
- บันทึก dew point และปริมาณน้ำออนไลน์ช่วงสูญญากาศละเอียด
- เพิ่ม **การอบด้วยกระแสไฟตรง** กับขดลวด ลดเวลาอบได้อีก (สูงสุด 75 %)
- ป้อนชิ้นงานด้วยรถเข็นหรือ air cushion ออกแบบถังตามความต้องการ

ข้อมูลเชิงเทคนิค

ใช้กับ	ขดลวด และหม้อแปลงขนาดเล็กถึงไม่เกิน ≈ 100 MVA
อุณหภูมิลมร้อน	สูงสุดประมาณ 120 °C (ฉนวนไม่เกิน ≈ 110 °C)
ถ่ายเทความร้อน	การพาความร้อน ≈ 22 W/m²·K
เวลาอบตัวอย่าง	≈ 36 ชม. (ให้ความร้อนถึง 110 °C ≈ 28 ชม. + ไล่ความชื้นละเอียด ≈ 8 ชม.)

ใช้กับ: หม้อแปลงจำหน่าย · หม้อแปลงกำลัง · ขดลวด · หม้อแปลงเครื่องวัดแรงสูง · บุชชิ่ง · ชิ้นส่วนหม้อแปลง · หม้อแปลงสำหรับรถไฟ

เหมาะกับ: โรงงานที่ต้องการเตาอบพื้นฐาน เทคโนโลยีที่ผ่านการใช้งานมานาน ลงทุนประหยัด ผลิตหม้อแปลงจำหน่ายและขดลวด และต้องการ **อัปเกรดภายหลังด้วยชุดไนโตรเจน** (หน้า 6) เมื่ออยากอบเร็วขึ้น

ที่มา: โบรชัวร์และเว็บไซต์ HEDRICH, เอกสารสัมมนา “Vacuum Drying Processes for Oil/Paper Insulated Products” · ตัวเลขเป็นค่าตามเอกสารผู้ผลิต ขึ้นกับขนาดหม้อแปลง ไม่ใช่ค่ารับประกัน

C เตาอบไนโตรเจน (Vacuum Nitrogen Drying, HN2)

ใช้ไนโตรเจนแทนอากาศ อบเร็วขึ้น · อัปเกรดเตา Hot Air เดิมได้

อากาศมี **ออกซิเจน** ซึ่งทำให้กระดาษฉนวนเสื่อมเร็วเมื่อร้อน เตา Hot Air จึงต้องจำกัดลมร้อนที่ประมาณ 120 °C และฉนวนไม่เกิน 110 °C (ต่างกันเพียง 10 K) HEDRICH ใช้ **ไนโตรเจนร้อน** แทนอากาศ ทำให้ฉนวนอบที่อุณหภูมิสูงขึ้นได้โดยไม่เสียหาย ความร้อนเข้าเร็วขึ้น และเวลาอบสั้นลง ติดตั้งได้ทั้งเตาใหม่ และ **เพิ่มชุด Add-On ให้เตา Hot Air เดิม**



เครื่องผลิตไนโตรเจน + ถังพัก (ส่วนหนึ่งของชุด Add-On)

30 – 40 %
เวลาอบสั้นลงเมื่อเทียบกับ Hot Air

15 – 20 %
อุณหภูมิอบสูงขึ้น

20 – 30 %
ใช้พลังงานลดลง (กำลังผลิตเท่าเดิม)

40 – 60 %
กำลังผลิตเพิ่มขึ้น

ROI < 2 ปี
ตามที่ผู้ผลิตระบุ

เปรียบเทียบเวลาอบ ตัวอย่างจากเอกสาร HEDRICH (เวลาจริงขึ้นกับหม้อแปลง)



อัตราเพิ่มอุณหภูมิฉนวนในตัวอย่าง: Hot Air ≈ 3 K/ชม. · Nitrogen ≈ 6 K/ชม. (ภายในขีดจำกัดความเค้นของกระดาษ 10–15 K/ชม.)

เทียบ Hot Air กับ Nitrogen

	Hot Air	Nitrogen
อุณหภูมิฉนวน	≤ 110 °C	110–120 °C (สูงสุด 130 °C)
อุณหภูมิลมร้อน/ไนโตรเจน	≈ 120 °C	≈ 140 °C
ผลต่างอุณหภูมิ	10 K	20 – 30 K
เวลารวมตัวอย่าง	≈ 36 ชม.	≈ 24 ชม.

ไนโตรเจน + ให้ความร้อนด้วยกระแสไฟตรง (DC)

สำหรับขดลวดและแอคทีฟพาร์ทของหม้อแปลงถึง 245 kV รวมถึงหม้อแปลงสำหรับรถไฟ ใช้แทนการอบ Hot Air แบบเดิมได้ ตามเอกสาร HEDRICH ช่วงให้ความร้อนใช้เวลาเพียงประมาณ 35 % ของแบบเดิม ตัวอย่างหม้อแปลงกำลัง 10 MVA ใช้เวลาอบประมาณ 16 ชม. และประหยัดพลังงานอย่างน้อย 60 %

ชุด Add-On สำหรับเตา Hot Air เดิม

- ระบบควบคุมกระบวนการอบ ADPC และปรับโปรแกรมเดิม
- เครื่องผลิตไนโตรเจน พร้อมถังพัก
- ชุดรีเฟรชไนโตรเจนที่อิ่มความชื้น
- ชุดเซนเซอร์ติดตามกระบวนการ และวาล์วนิรภัยความดันเกิน
- งานวิศวกรรม เอกสาร และบริการติดตั้งหน้างาน

ใช้กับ: การบ่มลวดเคลือบอีพอกซี กระดาษเคลือบเรซิน (DDP, DPP) การอบขดลวดเดี่ยว และแอคทีฟพาร์ท

เลือก Nitrogen เมื่อ: มีเตา Hot Air อยู่แล้วและต้องการเพิ่มกำลังผลิตโดยไม่สร้างเตาใหม่ หรือสร้างเตาใหม่สำหรับขดลวดและหม้อแปลงถึง 245 kV

ที่มา: เอกสาร HEDRICH “Uprating of Hot-Air Drying Equipment: Hot Nitrogen Add-On Kit” (2018), เอกสารสัมมนา “Vacuum Drying Processes for Oil/Paper Insulated Products”, โบรชัวร์ HEDRICH · ตัวเลขเวลาอบเป็นตัวอย่างในเอกสาร ไม่ใช่ค่ารับประกัน

D Low-Frequency Heating: อบและเติมน้ำมันในรอบเดียว

Electric Low-Frequency Heating · สำหรับหม้อแปลงจำหน่ายและหม้อแปลงขนาดกลาง

ระบบนี้ให้ความร้อน **จากภายในขดลวด** ด้วยกระแสไฟความถี่ต่ำ จึงเกิดความร้อนในที่ที่ต้องไล่ความชื้นพอดี ความร้อนและความชื้นเคลื่อนไปทางเดียวกันออกสู่ภายนอก ทั้งกระบวนการอบและเติมน้ำมันทำภายใต้สูญญากาศ ในถังสูญญากาศใบเดียว ไม่ต้องย้ายหม้อแปลง



หม้อแปลงจำหน่ายหลายตัวเข้าอบพร้อมกัน (ภาพจากเอกสาร HEDRICH)

ทำงานอย่างไร

- ต่อแหล่งจ่ายความถี่ต่ำเข้าขดลวดแรงสูง และลัดวงจรขดลวดแรงต่ำ กระแสจะทำให้ขดลวดทั้งสองร้อนจากข้างใน
- **ขั้นที่ 1** ให้ความร้อนและอบเบื้องต้น ประมาณ 120 °C ที่ความดันไม่เกิน ≈ 10 mbar
- **ขั้นที่ 2** ไล่ความชื้นละเอียด ลดความดันถึง ≈ 0.5 mbar แล้วเติมน้ำมันภายใต้สูญญากาศ
- วัดอุณหภูมิจากค่าความต้านทานขดลวด จึงควบคุมได้ปลอดภัยและเป็นอัตโนมัติ

ลำดับขั้นตอนโดยย่อ (แผนผังอธิบาย ไม่ใช่ตามสเกลเวลา)

1 ให้ความร้อน + อบเบื้องต้น	2 ไล่ความชื้นละเอียด	3 เติมน้ำมัน	4 ถอด / ป้อนชุดใหม่
≈ 120 °C · ความดันลดลงถึง ≈ 10 mbar	สูญญากาศ ≈ 0.5 mbar	ใต้สูญญากาศ	ตรวจรอยรั่วได้

เทียบกับการให้ความร้อนแบบเดิม (เอกสารเปรียบเทียบของ HEDRICH):

Low-Frequency ≈ 6–7 ชม.

ระบบให้ความร้อนแบบเดิม (อบไล่ความชื้นแล้วเติมน้ำมัน 2 ขั้นตอน) > 24 ชม.

ข้อได้เปรียบเมื่อเทียบกับการอบแบบเดิม

หัวข้อ	Low-Frequency Heating	การให้ความร้อนแบบเดิม (เตาอบสูญญากาศ)
เวลาอบและเติมน้ำมัน	ทั้งกระบวนการประมาณ 6–7 ชม. ขั้นตอนเดียว	อบ 1 ขั้น แล้วเติมน้ำมันอีก 1 ขั้น รวมมากกว่า 24 ชม.
ปริมาณพลังงาน	ประหยัดพลังงานอย่างน้อย 70 %	ใช้พลังงานมากกว่า ต้องให้ความร้อนแก่ถังและตัวถัง
ทิศทางความร้อนและความชื้น	ไปทางเดียวกัน (จากในออกนอก)	สวนทางกัน เป็นช่วงๆ ให้ความร้อนแล้วจึงดูดความชื้น
ถังสูญญากาศ	ถังและตัวถังหม้อแปลงไม่ร้อน ไม่ต้องหุ้มฉนวนความร้อน	ต้องมีฮีตเตอร์และฉนวนความร้อนให้ถัง
การใช้งาน	ต่อหม้อแปลงหลายตัวพร้อมกันได้ รองรับ 1 เฟสและ 3 เฟส ชุดจ่ายไฟ 1 ชุดสลับใช้ได้ 2 ถัง	1 ชุดให้ความร้อนต่อ 1 ถัง

เหมาะกับ: หม้อแปลงจำหน่ายถึงประมาณ 6.3 MVA (HEDRICH แนะนำใช้ร่วมกับการเติมน้ำมัน) โรงงานผลิตหม้อแปลงจำหน่ายและหม้อแปลงแรงดันปานกลางจำนวนมาก ที่ต้องการรอบการผลิตสั้นและอัตโนมัติ ขยายกำลังผลิตได้โดยเพิ่มชุดให้ความร้อน มีรุ่นเคลื่อนย้ายสำหรับอบหม้อแปลงกำลังหลังซ่อมที่หน้างานด้วย

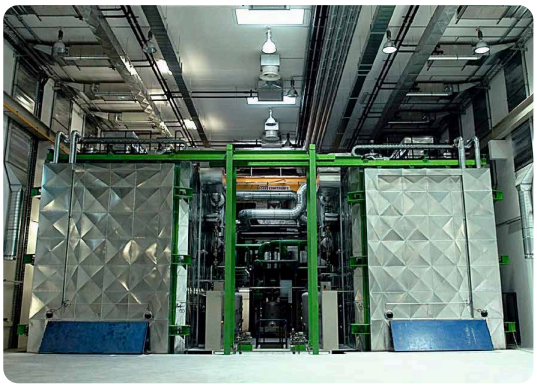
ที่มา: โบรชัวร์ HEDRICH “Drying and Filling Equipment with Low-Frequency Heating”, เอกสารเปรียบเทียบข้อได้เปรียบ (ฉบับภาษาไทย) · ตัวเลขเวลาและพลังงานเป็นค่าตามเอกสารผู้ผลิต ขึ้นกับขนาดหม้อแปลง

E Vapour Phase: เตาอบหม้อแปลงกำลังด้วยไอระเหย

Vapour Phase Drying · สำหรับหม้อแปลงกำลังและอุปกรณ์แรงสูง

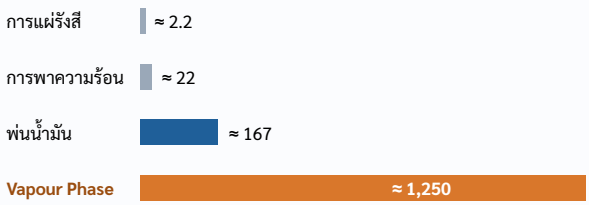
ระบบ Vapour Phase ใช้ **ไอของเคอโรซีน** ควบแน่นบนขดลวดและแกนภายใต้สูญญากาศ ไอส่งความร้อนให้ชิ้นงานอย่างรวดเร็วจากทุกด้าน และควบแน่นมากที่สุดตรงจุดที่เย็นกว่า อุณหภูมิจึงเสมอกันเร็ว เหมาะกับหม้อแปลงกำลังและหม้อแปลงแรงสูงที่ฉนวนหนา อบแห้งได้ในเวลาประมาณครึ่งหนึ่งของการอบด้วยอากาศ

- เครื่องระเหยแบบฟิล์มตก (fall-film evaporator) อยู่นอกถังสูญญากาศ ให้ไอเคอโรซีนปราศจากหยดน้ำมัน
- กลั่นแยกเคอโรซีนกับน้ำมันหม้อแปลงที่ชะออกจากฉนวนไปพร้อมกับการอบ เหมาะกับการอบหม้อแปลงที่ซ่อมแล้ว
- เซนเซอร์วัดความชื้นตกค้างออนไลน์ (dew point) ต่อเข้าระบบ
- ชุดปั๊มสูญญากาศ liquid ring ใช้เคอโรซีนเป็นของเหลวซีล ร่วมกับปั๊ม Roots ป้องกันการควบแน่นของเคอโรซีนในน้ำมันปั๊ม
- ให้ความร้อนทั้งถังด้วยน้ำมันถ่ายเทความร้อน มีรุ่นติดตั้งประจำที่และรุ่นเคลื่อนย้าย



ระบบ Vapour Phase พร้อมถังอบ (ภาพจากเอกสาร HEDRICH)

ค่าการถ่ายเทความร้อนโดยประมาณ (W/m²·K)



ที่มา: เอกสาร HEDRICH “Vapour-Phase Drying Technology for Power Transformers”

ค่ากระบวนการอบโดยทั่วไป

ความชื้นฉนวนก่อนอบ	กระดานอัด/กระดาษ ≈ 7 %, ไม้ 4–6 %
สูญญากาศสุดท้าย	< 0.1 mbar
อุณหภูมิแกน / ขดลวด	> 100 °C / > 115 °C
ความชื้นตกค้าง	0.3 – 0.5 % โดยน้ำหนัก (ขึ้นกับแรงดันและกำลังของหม้อแปลง)
เวลาอบ	ขึ้นกับ MVA และระดับแรงดัน (HEDRICH มีกราฟประมาณการเวลาอบ)

ฉนวนเครียดน้อยกว่าประมาณ 15 % เมื่อเทียบกับชิ้นงานเทียบเคียงที่อบด้วยวิธีอื่น เพราะใช้สูญญากาศตั้งแต่ต้น ลดออกซิเจนที่ทำให้ฉนวนเสื่อม

เครื่องระเหยแบบ Fall-film (ปัจจุบัน)

ระเหยนอกถัง มีเฉพาะไอเข้าถัง ปรับการระเหยได้ง่าย และกลั่นน้ำมันไปพร้อมกันได้ รุ่นกะทัดรัดประกอบเป็นโมดูลและทดสอบที่โรงงาน HEDRICH ลดเวลาติดตั้งหน้างาน (แต่ค่าขนส่งและโครงเหล็กสูงขึ้น)

เปรียบเทียบกับเครื่องระเหยรุ่นเก่า

แบบ Cascade และ Expansion ระเหยภายในถัง ควบคุมการระเหยยากกว่า และกลั่นแยกไปพร้อมการอบไม่ได้

เหมาะกับ: หม้อแปลงกำลังและแอคทีฟพาร์ทของหม้อแปลงกำลังเกิน 245 kV (ตามที่ HEDRICH แนะนำ) ต้องการคุณภาพการอบสูงและเวลาอบสั้น รวมถึงงานอบหม้อแปลงที่ซ่อมแล้ว Tan & Sons จำหน่ายและติดตั้งระบบ Vapour Phase ขนาด 500 MVA ในปี 2556

ที่มา: โบรชัวร์และเว็บไซต์ HEDRICH, เอกสาร “Indications of process parameters” (HEDRICH, 2006), เอกสารสัมมนา Vapour Phase · ค่ากระบวนการเป็นค่าแนะนำ ขึ้นกับการออกแบบหม้อแปลงและข้อกำหนดของลูกค้า

SELECTION GUIDE

เลือกเตาอบอย่างไร

HEDRICH แนะนำช่วงการใช้งานของเตาอบแต่ละระบบไว้ดังนี้ ใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการเลือก

ถึง 100 MVA
Hot Air ขดลวดและหม้อแปลงขนาดไม่ใหญ่

ถึง 245 kV
Nitrogen + DC ขดลวดและแอคทีฟพาร์ท รวมหม้อแปลงรถไฟ

ถึง 6.3 MVA
Low-Frequency หม้อแปลงจำหน่าย ร่วมกับการเติมน้ำมัน

เกิน 245 kV
Vapour Phase แอคทีฟพาร์ทและขดลวดของหม้อแปลงกำลัง

หัวข้อ	Hot Air	Nitrogen (HN2)	Low-Frequency	Vapour Phase
หม้อแปลงจำหน่าย	●	●	●	○
หม้อแปลงกำลังขนาดเล็ก-กลาง	○	●	●	●
หม้อแปลงกำลังขนาดใหญ่ / แรงสูง		○		●
หม้อแปลงหลังซ่อม (หน้างาน)			○	●
ผลิตจำนวนมากต่อเนื่อง	○	○	●	○
อัปเกรดเตาเดิม		●		
หลักการให้ความร้อน	ลมร้อนหมุนเวียน	ไนโตรเจนร้อน (+ กระแสไฟตรง)	กระแสไฟความถี่ต่ำในขดลวด	ไอเคอโรซีนควบแน่น
จุดเด่น	เทคโนโลยีเสถียร ลงทุนประหยัด	อบเร็วขึ้น 30–40 % อัปเกรดเตาเดิมได้	อบและเติมน้ำมันในรอบเดียว ประหยัดพลังงาน ≥ 70 %	ถ่ายเทความร้อนสูง เวลาอบ ≈ ครึ่งหนึ่งของการใช้อากาศ

● เหมาะที่สุดในกลุ่ม ○ ใช้ได้ / เป็นทางเลือก การจัดอันดับเป็นข้อเสนอแนะของ Tan & Sons ตามคุณสมบัติในเอกสาร HEDRICH ควรยืนยันกับข้อมูลหม้อแปลงจริง

คำถามช่วยตัดสินใจ

ผลิตหม้อแปลงชนิดไหน และขนาดเท่าไร?
จำหน่ายจำนวนมาก → Low-Frequency · กำลังและแรงสูง → Vapour Phase · งานทั่วไปหรืองบจำกัด → Hot Air

มีเตาอบเดิมอยู่แล้วหรือไม่?
เตา Hot Air เดิมอัปเกรดด้วยชุด Nitrogen Add-On ได้ ลดเวลาอบโดยไม่ต้องสร้างเตาใหม่

ต้องการอบหม้อแปลงที่ซ่อมแล้วหน้างานหรือไม่?
มีรุ่นเคลื่อนย้ายของ Low-Frequency และ Vapour Phase สำหรับงานนี้

น้ำมันที่เติมผ่านการกรองหรือยัง?
เครื่องกรองน้ำมัน AP ใช้คู่กับเตาอบทุกระบบ เพื่อให้น้ำมันที่เติมแห้งและไร้ก๊าซ

ที่มา: เอกสารสัมมนา HEDRICH “Where to use which method?” (Vacuum Drying Processes for Oil/Paper Insulated Products), โบรชัวร์ HEDRICH · การเปรียบเทียบเป็นข้อเสนอแนะเบื้องต้น ไม่ใช่การรับประกันผล

F ชุดปั๊มสูญญากาศ (Vacuum Pumping Units)

Roots · Liquid ring · Rotary vane · Dry screw · ใช้กับเตาอบ เครื่องกรองน้ำมัน และงานอุตสาหกรรม

ชุดปั๊มสูญญากาศเป็น **หัวใจของเตาอบและเครื่องกรองน้ำมัน** ปั๊มเดี่ยวมักให้ความเร็วหรือสูญญากาศไม่พอ HEDRICH จึงนำปั๊มหลายชนิดมาต่อเป็นชุด เช่น ปั๊ม Roots ร่วมกับ liquid ring หรือ rotary vane ได้ความเร็วปั๊มสูงและสูญญากาศลึก ออกแบบและประกอบครบชุดทั้งแบบติดกับเครื่องและแบบเดี่ยว (stand-alone) ด้วยประสบการณ์มากกว่า 50 ปี



Liquid ring (FRP)

ปั๊มหลายช่องมีวงแหวนของเหลวปิดช่องว่าง ใช้น้ำหรือของเหลวอื่น (เช่น เคอโรซีนในระบบ Vapour Phase) นิยมในอุตสาหกรรมเคมี ดูดไอและความชื้นได้



Roots (RO / RO-V)

ลูกสูบโรตารี่สองตัวหมุนสวนกัน ไม่มีการอัดภายใน เพิ่มความเร็วปั๊มช่วงสูญญากาศปานกลาง รุ่น RO-V อัดคืนสู่ความดันบรรยากาศได้โดยไม่ร้อนเกิน



ชุดปั๊มสูญญากาศ

ต่อ Roots กับปั๊มเสริม (backing pump) ตามชนิดก๊าซ ความเร็วปั๊ม และสูญญากาศที่ต้องการ ติดตั้งในเครื่องใหม่หรือเครื่องเดิมได้

ซีรีส์ชุดปั๊มมาตรฐาน

ซีรีส์	การต่อปั๊ม	จำนวนขั้น	ช่วงใช้งานที่เหมาะ	เหมาะกับ
RI	Rotary vane + Roots	2	สูญญากาศปานกลาง ระบายความร้อนด้วยอากาศหรือน้ำ	อุตสาหกรรมไฟฟ้า (ตามที่เอกสารผู้ผลิตระบุ)
FI	Liquid ring (FRP) + Roots (RO)	2	ประมาณ 1 – 10 mbar (ขึ้นกับของเหลวทำงาน 15–100 °C)	งานที่มีไอ/ความชื้น เช่น Vapour Phase และงานเคมี
FII	Liquid ring (FRP) + Roots 2 ตัว	3	ประมาณ 0.1 – 1 mbar	งานที่ต้องการสูญญากาศลึกกว่า
ออกแบบพิเศษ	ผสมปั๊มตามโจทย์	–	ความเร็วปั๊มถึง 100,000 ลบ.ม./ชม.	โรงงานหรือกระบวนการเฉพาะ

ชุดมาตรฐานเริ่มที่ความเร็วปั๊มประมาณ 150 ลบ.ม./ชม. ควบคุมแบบแมนนวลหรืออัตโนมัติ มีตัวเลือกอินเวอร์เตอร์ปรับรอบปั๊ม Roots



FKIII 20025: 25,000 ลบ.ม./ชม. ที่ 1×10^{-1} mbar



FKI 5080: 5,000 ลบ.ม./ชม. ที่ 10 mbar

ใช้ปั๊มแบบไหนกับเครื่องใด

- **Vapour Phase** liquid ring ใช้เคอโรซีนเป็นของเหลวซีล + Roots ป้องกันเคอโรซีนควบแน่นในน้ำมันปั๊ม
- **เตาอบ Hot Air / Nitrogen** ปั๊ม backing แบบ oil-sealed หรือ dry-compressing ตามความต้องการ
- **เครื่องกรองน้ำมัน AP** ปั๊มสูญญากาศระบายความร้อนด้วยอากาศ 25–250 ลบ.ม./ชม. ตามรุ่น (หน้า 4)

จุดเด่น

- ชุดสำเร็จรูป: ปั๊ม คอนเดนเซอร์ ระบบหมุนเวียนของเหลว เซนเซอร์ ตู้ควบคุม
- มีแบบป้องกันการระเบิดสำหรับ Zone 1 และ Zone 2

เมื่อขอใบเสนอราคา แจ้งเรา

- ชนิดก๊าซและไอที่ต้องดูด และอุณหภูมิ
- ความเร็วปั๊มและสูญญากาศสุดท้ายที่ต้องการ
- น้ำหล่อเย็น ไฟฟ้า และพื้นที่ติดตั้ง

ที่มา: โบรชัวร์ HEDRICH “Vacuum Pumping Units” และ Vacuum Pump Catalogue, เว็บไซต์ HEDRICH · ช่วงสูญญากาศและความเร็วปั๊มเป็นค่าตามเอกสารผู้ผลิต ขึ้นกับการต่อปั๊มและของเหลวทำงาน

G Cast Resin: เครื่องหล่อเรซินในสูญญากาศ

เตรียม ผสม จ่าย และหล่อเรซินอีพอกซี สำหรับหม้อแปลงชนิดเรซินและฉนวนไฟฟ้า

เรซินอีพอกซีที่ผสมสารตัวเติมต้องผสมให้เข้ากันและ **ไล่ฟองอากาศกับความชื้นออกให้หมด** ก่อนหล่อ การผสมให้สารตัวเติมเปียกเรซินทั่วถึงและการไล่ก๊าซให้สมบูรณ์คือหัวใจของฉนวนที่ดี HEDRICH สร้างเครื่องเตรียมเรซิน ปั๊มจ่าย และถังหล่อสูญญากาศ โดยมีประสบการณ์หลายสิบปี พัฒนาร่วมกับผู้ใช้ ผู้ผลิตวัตถุดิบ และห้องทดสอบ



ถังหล่อสูญญากาศ (ภาพจากเอกสาร HEDRICH)

1 ผสมและไล่ก๊าซ
เรซินและสารตัวเติมถูกผสมและไล่ก๊าซ-ความชื้นภายใต้สูญญากาศ

2 จ่ายตามอัตราส่วน
ปั๊มจ่ายส่งเรซินและตัวทำแข็ง ตรวจการจ่ายออนไลน์

3 หล่อในสูญญากาศ
หัวหล่อเทเรซินใส่ชิ้นงานในถังหล่อสูญญากาศ

เครื่องผสมและไล่ก๊าซ: 2 แบบ

DEM: เครื่องผสมฟิล์มบางแบบแบตช์

ไล่ก๊าซและความชื้นของเรซินหนืดสูงที่มีสารตัวเติมกัดกร่อนได้เร็วและมีประสิทธิภาพ การทำให้สารตัวเติมเปียกเรซินดีและไล่ก๊าซสมบูรณ์เป็นปัจจัยสำคัญของฉนวนที่ดี

OTF: ผสมและไล่ก๊าซต่อเนื่อง (On-the-Fly)

เตรียมสูตรเรซินแบบต่อเนื่อง ผสมและไล่ก๊าซเรซินที่มีสารตัวเติมได้ภายในไม่กี่นาที หลังผ่านเครื่องเพียงรอบเดียว ตรวจคุณภาพผ่านกระจกมองได้ตลอดเวลา

ส่วนประกอบสำคัญ

ถังหล่อสูญญากาศ	ขนาดและรูปทรงตามชิ้นงาน ตั้งแต่ถังป้อนด้วยมือถึงถังอุโมงค์อัตโนมัติ
ปั๊มจ่าย	แบบเซรามิก แรงดันสูง หรือเฟือง ขับด้วยไฮดรอลิกหรือมอเตอร์ซิงโครไนซ์
แขนหุ่นยนต์หัวหล่อ	คุมด้วยจอยสติกหรือโปรแกรม ทำความร้อน/เย็นตลอดแขน
ตรวจการจ่าย	วัดออนไลน์ด้วยหลักการ Coriolis
ซอฟต์แวร์	เชื่อมต่อระบบ Industry 4.0 ได้

ข้อมูลเชิงเทคนิคและจุดเด่น

สูงสุด 24 ตัน/วัน
อัตราไหลของวัสดุ

SF6
มีระบบเติมและกู้คืน SF6 ในตัว

- ปั๊มจ่ายลูกสูบเซรามิก (ซิลิกอนคาร์ไบด์) ทนการสึกหรอ หมุนลูกสูบ 180° ใช้ซ้ำได้
- ลดการล้างเครื่องเมื่อหยุดผลิต โดยลดอุณหภูมิเรซินให้ปฏิกิริยาช้าลง
- ใช้ได้ทั้งสายการผลิตแบบแบตช์และต่อเนื่อง

ใช้ผลิต

หม้อแปลงชนิดเรซิน
Cast resin / Dry type

หม้อแปลงกระแสและแรงดัน
Current / Voltage transformers

ฉนวนสวิตช์เกียร์
แรงดันปานกลางและสูง

บุชชิ่งแรงสูง
High voltage bushings

ที่มา: โบรชัวร์ HEDRICH “Setting the pace in vacuum equipment engineering” และเว็บไซต์ HEDRICH · ตัวเลขเป็นค่าสูงสุดตามเอกสารผู้ผลิต ไม่ใช่ค่ามาตรฐานของทุกรุ่น

G APG, เครื่องหนีบแม่พิมพ์ และแม่พิมพ์

Automatic Pressure Gelation · VOGEL Clamping Units & Moulds · Shot Dosing

APG (Automatic Pressure Gelation) เหมาะกับชิ้นงานจำนวนมาก เช่น ฉนวน ชิ้นส่วนสวิตช์เกียร์ และหม้อแปลงเครื่องวัด แม่พิมพ์ทนแรงดันยึดอยู่ในเครื่องหนีบ เรซินที่ร้อนจะแข็งตัว (gel) อย่างรวดเร็วในแม่พิมพ์ หล่อที่ความดันบรรยากาศเป็นหลัก และทำภายใต้สูญญากาศหรือก๊าซ SF6 ได้ตามต้องการ ทั้งแบบแบตช์และต่อเนื่อง

สูงสุด 10 ตัน/วัน
อัตราไหลของวัสดุ

ถึง 20 ชุดหนีบ
ต่อ 1 ระบบเตรียมเรซิน

สูงสุด 50 %
เวลา gel สั้นลงด้วย UFC



ชุดหนีบ APG (ภาพจากเอกสาร HEDRICH)

จุดเด่นของระบบ APG

- **UFC (Ultra Fast Compound)** ฮีตเตอร์ให้ความร้อนเรซินทันทีก่อนเข้าแม่พิมพ์ ย่นเวลา gel และเพิ่มผลผลิตต่อชุดหนีบได้ถึง 50 %
- แขนหุ่นยนต์ป้อนและนำแม่พิมพ์ออก ทำความสะอาดหลังถอดแบบ ใช้กับหลายชุดหนีบ
- ระบบ Multi-injection สำหรับชิ้นงานน้ำหนักมาก
- ตรวจการจ่ายออนไลน์ด้วย Coriolis และทดสอบการเติมของปั๊มก่อนหล่อ (PreCHECK)

ใช้ผลิต

- ฉนวนและชิ้นส่วนสวิตช์เกียร์แรงดันปานกลางและสูง
- หม้อแปลงกระแสและแรงดัน
- บุชชิ่งแรงดันปานกลาง และอินซูเลเตอร์
- สเตเตอร์และโรเตอร์ของมอเตอร์กำลังสูง

เครื่องหนีบแม่พิมพ์ และแม่พิมพ์ (VOGEL)



ชุดหนีบ APG

โครงสร้างแบบโมดูลาร์ ขยายได้ เช่น เพิ่มชุดดึงแกน (บน ล่าง ข้าง) และการเอียงเครื่อง ตามความต้องการของลูกค้า



ชุดหนีบ LSR

โครงเครื่องแข็งแรง รับแม่พิมพ์ได้ถึง 8 ตัน ต่อครึ่งแม่พิมพ์ ใช้กับซิลิโคนยางเหลว (LSR) สำหรับฉนวน composite



แม่พิมพ์ APG และ LSR

ออกแบบให้พอดีกับชิ้นงานของลูกค้า ตั้งแต่ช็อตแรก ใช้ได้กับชิ้นงานซับซ้อน

ระบบผสม-จ่าย LSR รุ่น DosilOne Advanced และ DoskoSil ออกแบบตามกระบวนการของลูกค้า

เครื่องหล่ออื่นในกลุ่ม Cast Resin

Vacuum Shot Dosing

สายหล่ออัตโนมัติสำหรับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอยล์จุดระเบิด เซนเซอร์ หม้อแปลงขนาดเล็ก มอเตอร์ หัวฉีดอยู่ในห้องสูญญากาศ ขยับตำแหน่งเทได้สามมิติ ระบบ PreCHECK ตรวจการจ่ายผิดก่อนหล่อ

Vacuum Infusion

หล่อใบพัดกังหันลมและชิ้นส่วน composite ภายใต้สูญญากาศตลอดกระบวนการ อัตราจ่ายสูงสุด 70 กก./นาที ตามเอกสารผู้ผลิต

ที่มา: โบรชัวร์ HEDRICH “Setting the pace in vacuum equipment engineering” และเว็บไซต์ HEDRICH · ตัวเลขเป็นค่าสูงสุดตามเอกสารผู้ผลิต ไม่ใช่ค่ามาตรฐานของทุกรุ่น

HOW TO ORDER

ขอใบเสนอราคาอย่างไร

HEDRICH ออกแบบเครื่องตามความต้องการของแต่ละโรงงาน จึงมีแบบสอบถาม (Questionnaire) แยกตามระบบ ทีมงาน Tan & Sons ช่วยกรอกให้ ข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้เสนอราคาได้เร็วขึ้น

1 **แจ้งงานที่ต้องการ**
ระบบที่สนใจ ชนิดหม้อแปลง หรือชิ้นงาน

2 **กรอกแบบสอบถาม**
Tan & Sons ช่วยกรอกข้อมูลทางเทคนิค

3 **HEDRICH ออกแบบ**
เสนอเครื่อง แผนผังและเงื่อนไข

4 **สั่งซื้อและส่งมอบ**
นำเข้า ติดตั้ง และเริ่มเดินเครื่อง

เครื่องกรองน้ำมัน บอกเรา

- ปริมาณน้ำมัน / ขนาดหม้อแปลงที่กรอง และอัตราไหลที่ต้องการ (ลิตร/ชม.)
- ค่าความชื้นและก๊าซของน้ำมันก่อนกรอง และค่าที่ต้องการหลังกรอง
- ชนิดน้ำมัน (แร่ ซิลิโคน เอสเทอร์ ฯลฯ)
- แบบ Movable / Mobile (ตู้คลุม รถ) และไฟฟ้าที่มีหน้างาน
- ต้องการอุปกรณ์เสริม เช่น เครื่องวัดความชื้น / ก๊าซ / ความเป็นฉนวน หรือชุด Fuller’s earth

เตาอบหม้อแปลง (Hot Air / HN2 / LF / Vapour Phase) บอกเรา

- ชนิดหม้อแปลง ช่วงขนาด (kVA / MVA) และระดับแรงดัน
- จำนวนที่ผลิตต่อเดือน และจำนวนที่อบต่อรอบ
- ขนาดชิ้นงานใหญ่สุด (กว้าง ยาว สูง น้ำหนัก)
- สาธารณูปโภค: ไฟฟ้า น้ำหล่อเย็น แหล่งไนโตรเจน พื้นที่ติดตั้ง

Cast Resin / ชุดปั๊มสูญญากาศ บอกเรา

- ชนิดเรซินและสารตัวเติม ปริมาณใช้ต่อวัน
- ขนาดและน้ำหนักชิ้นงานที่หล่อ จำนวนต่อกะ
- หล่อแบบสูญญากาศ หรือ APG
- สำหรับปั๊ม: ชนิดก๊าซ ความเร็วปั๊ม และระดับสูญญากาศที่ต้องการ

เอกสารที่ขอได้

- โบรชัวร์ HEDRICH ฉบับเต็ม (ภาษาอังกฤษ) ที่ **tanandsons.com** หน้าดาวน์โหลด
- แบบสอบถามของ HEDRICH แต่ละระบบ
- รายชื่อผลงานอ้างอิงเครื่องกรองน้ำมันตามที่ HEDRICH เผยแพร่

ระบบอื่นของ HEDRICH

นอกจากสินค้าในเล่มนี้ HEDRICH ยังมีเครื่องอบแห้งและอัดน้ำมันสำหรับตัวเก็บประจุ หม้อแปลงเครื่องวัด และบุชชิ่ง ระบบ Vacuum Pressure Impregnation (VPI) เครื่องอัดไอโซสแตติกสำหรับชดเชยการหดตัวของขดลวด และระบบอัดน้ำมันสายเคเบิล สอบถามรายละเอียดได้จาก Tan & Sons

รายการข้อมูลที่ต้องแจ้งเป็นข้อเสนอแนะของ Tan & Sons จากแบบสอบถามของ HEDRICH ต้องยืนยันรายละเอียดจริงกับฉบับล่าสุดของผู้ผลิต

CONTACT

สอบถามและขอใบเสนอราคา

บอกขนาดงานและชนิดหม้อแปลงหรือชิ้นงานของคุณ ทีมงาน Tan & Sons จะช่วยเลือกระบบที่เหมาะกับโรงงาน

TAN & SONS

บริษัท ตัน แอนด์ ซันส์ จำกัด

2111 หมู่ 4 ซอยศรีบุญเรือง 2 ถนนเทพารักษ์ ตำบลเทพารักษ์ อำเภอเมืองฯ จังหวัดสมุทรปราการ 10270

โทรศัพท์	02-384-3848
โทรสาร	02-384-3690
อีเมล	tanandsons@tanandsons.com
เว็บไซต์	www.tanandsons.com

ผู้ผลิต

HEDRICH GmbH · Greifenthaler Straße 28, 35630 Ehringshausen-Katzenfurt, Germany · www.hedrich.com

Oil Purification | Hot Air / Nitrogen Drying | Low-Frequency Heating | Vapour Phase | Cast Resin / APG | Vacuum Pumping Units

ข้อมูลและภาพจากโบรชัวร์ เว็บไซต์ และเอกสารของ HEDRICH รวมถึงเอกสารของ Tan & Sons ค่าเทคนิคเป็นค่าอ้างอิง ขึ้นกับรุ่นและการออกแบบ และอาจเปลี่ยนแปลงโดยผู้ผลิต โปรดยืนยันกับใบเสนอราคา