المحاضرة الأولى

مقدمة عن هندسة معامل الأغذية والألبان

تطورت هندسة معامل الأغذية والألبان عبر العصور بفضل التحولات الكبيرة في تقنيات الإنتاج واحتياجات المجتمعات من المنتجات الغذائية الآمنة والمستدامة.

1. العصور القديمة : ظهرت فكرة تصنيع الأغذية منذ العصور القديمة عندما بدأ الإنسان بتجفيف وحفظ اللحوم والحبوب لتحسين فترة صلاحيتها.

2. الثورة الصناعية : ظهرت آلات حديثة وتقنيات جديدة لتصنيع الأغذية، مما ساهم في إنتاج كميات أكبر وتوزيعها على نطاق أوسع.

3. القرن العشرين : استخدام تكنولوجيا المعالجة الحرارية على نطاق واسع مثل التبريد والبسترة والاهتمام بجودة وسلامة الأغذية وتقليل التلوث.

4. القرن الواحد والعشرين : دمج الأتمتة في عمليات الإنتاج الغذائي حيث أصبحت الروبوتات وأنظمة التحكم الرقمية جزءًا لا يتجزأ من خطوط الإنتاج ، وتُعتبر هندسة معامل الأغذية والألبان من أكثر المجالات ابتكارًا وتطورًا في هذه الحقبة حيث تركز على استدامة الإنتاج وتخفيض الفاقد الغذائي وتطوير حلول صديقة للبيئة.

ان هندسة معامل الأغذية والألبان هي فرع من الهندسة الصناعية يركز على تصميم وتطوير وتحسين عمليات الإنتاج في معامل تصنيع الأغذية ومنتجات الألبان ، تهدف هذه المادة إلى تزويد الطلاب بالمعرفة والمهارات الأساسية لفهم الأساليب والتقنيات المختلفة المستخدمة في إنتاج الأغذية بشكل صحي وآمن ، كما تركز على كيفية تصميم المعدات وتطبيق التكنولوجيا الحديثة لتحسين كفاءة الإنتاج وجودة المنتوجات.

الأهداف التعليمية : بعد انتهاء دراسة هذه المادة ينبغي أن يكون الطلاب قادرين على :

1. **فهم أساسيات هندسة معامل الأغذية والألبان : العمليات والمعدات المستخدمة في الإنتاج والمعالجة.**
2. **تصميم وتحليل عمليات الإنتاج : مع التركيز على تحسين كفاءة العمليات وتقليل الفاقد والتكاليف.**
3. **التعرف على معايير الأمان والجودة : والالتزام باللوائح الصحية اللازمة للحفاظ على سلامة المنتجات.**
4. **فهم تطبيق التقنيات الحديثة : في مجال إنتاج الأغذية ، مثل الأتمتة والروبوتات وتحليل البيانات.**
5. **اجراء الحسابات الهندسية : في عمليات توازن الكتلة والطاقة وانتقال الحرارة والكتلة.**

التطبيقات العملية

- **الزيارات الميدانية : زيارة معامل تصنيع الأغذية ومنتجات الألبان لتقديم فهم عملي للتطبيقات الصناعية.**
- **مشاريع الطلاب : العمل على مشروع لتصميم معمل انتاج إنتاج وتحليل كفاءة الانتاج.**
- **الدراسات المخبرية : تجارب تحليلية ومعادلات هندسية ، واختبارات الأمان.**

بعض الوحدات والابعاد الأساسية المستخدمة في تخصص هندسة معامل الاغذية

البعد	الوحدة الأساسية	رمز الوحدة	وحدات أخرى شائعة الاستخدام
الكتلة	كيلوغرام	kg	جرام(g) ، طن(ton)
الطول	متر	m	مليمتر(mm) ، سنتيمتر(cm) ، كيلومتر(km)
الحجم	متر مكعب	m^3	لتر(L) ، ملليلتر(mL) ، سنتيمتر مكعب(cm^3)
الوقت	ثانية	s	دقيقة(min) ، ساعة(h) ، يوم(day)
درجة الحرارة	كلفن	K	درجة مئوية(°C) ، درجة فهرنهايت(°F)
الطاقة	جول	J	كيلو جول(kJ) ، كيلو كالوري(kcal)
القوة	نيوتن	N	كيلو نيوتن(kN)
الضغط	باسكال	Pa	بار(bar) ، ميغاباسكال(MPa) ، تور(Torr)
التدفق الحجمي	متر مكعب/ثانية	m^3/s	لتر/دقيقة(L/min) ، ملليلتر/ثانية(mL/s)
التدفق الكتلي	كيلوغرام/ثانية	kg/s	جرام/ثانية(g/s)
السرعة	متر/ثانية	m/s	كيلومتر/ساعة(km/h)
التسارع	متر/ثانية^2	m/s^2	-
الكثافة	كيلوغرام/متر مكعب	kg/m^3	جرام/سنتيمتر مكعب(g/cm^3)
اللزوجة	باسكال.ثانية	Pa·s	ميلي باسكال.ثانية(mPa·s)
الحرارة النوعية	جول/كيلوغرام.كلفن	J/kg·K	كيلو جول/كيلوغرام.كلفن(kJ/kg·K)
التوصيل الحراري	واط/متر.كلفن	W/m·K	-
المقاومة الحرارية	متر^2.كلفن/واط	m^2·K/W	-
الحرارة الكامنة	جول/كيلوغرام	J/kg	كيلو جول/كيلوغرام(kJ/kg)
السعة الحرارية النوعية	جول/كلفن.كيلوغرام	J/K·kg	-
العمل/الشغل	جول	J	كيلو جول(kJ)
القدرة (الطاقة/الوقت)	واط	W	كيلو واط(kW) ، حصان(hp)
الجهد الكهربائي	فولت	V	كيلو فولت(kV)
التيار الكهربائي	أمبير	A	ميلي أمبير(mA) ، كيلو أمبير(kA)
المقاومة الكهربائية	أوم	Ω	كيلو أوم(kΩ)
السعة الحرارية	جول/كلفن	J/K	كيلو جول/كلفن(kJ/K)
الإشعاع الحراري	واط/متر^2	W/m^2	-
التركيز	مول/لتر	mol/L	جرام/لتر(g/L) ، ميليجرام/لتر(mg/L)
التوتر السطحي	نيوتن/متر	N/m	داين/سنتيمتر(dyn/cm)
الانتشارية	متر^2/ثانية	m^2/s	سنتيمتر^2/ثانية(cm^2/s)
الإجهاد	باسكال	Pa	كيلو باسكال(kPa) ، ميغاباسكال(MPa)
العزم	نيوتن.متر	N·m	-

- **الهندسة الحرارية والمعالجات الحرارية : يتم استخدام وحدات مثل التوصيل الحراري، السعة الحرارية، والتوصيل الكهربائي لتقييم تأثيرات الحرارة في معالجة الأغذية.**
- **الهندسة الهيدروليكية : وحدات التدفق الحجمي والتدفق الكتلي تُستخدم لتصميم أنظمة الضخ وتوزيع السوائل.**
- **الهندسة الكيميائية : التركيز والتوتر السطحي في عمليات الخلط والمعالجة الكيميائية في الأغذية.**
- **الهندسة الكهربائية : تستخدم وحدات الجهد والتيار والمقاومة في التحكم بالآلات والمعدات الكهربائية المستخدمة في التصنيع.**

المعادن المستعملة في صناعة ادوات ومعدات معامل الاغذية

يمُكن تقسيمُ الادوات والمعدات المستعملة في معامل الاغذيةُ الى قسمين هما :

1- **الادوات والمعدات التي تكون بتماس مباشر مع المادة الغذائية** ، وفي هذه الحالة يجُب ان تكُون المعادن الداخلة في صناعة ادوات ومعدات معامل الاغذيةُ غيرٌ مؤثرة على نوعيةُ المنتوج ولا تضُيفٌ له صفات تجعله غيرٌ مرغوب او غيرٌ مستساغ او غير صالح للاستهلاك.

2- **الادوات والمعدات التي لا تكون بتماس مباشر مع المادة الغذائيةٌ** ، وفي هذه الحالة يجُب ان تكُون المعادن الداخلة في صناعة ادوات ومعدات معامل الاغذيةُ ذات مواصفات مميزه مثل المتانة وقابلية الانتقال الحراري.

ومن الممكن ان تحتوي وحدات تصنيعُ الاغذيةُ على أكثر من نوع معدني كما في وحدة Boiler (عبارة عن جهاز لبسترة الحليب على شكل قدر كبير للطبخ) يكون الجزء المرتبط بمولد البخار فيه مصنوع من حديدٌ غيرٌ قابل للصدأ وهو الذي يكُون بتماس مباشر مع الحليبٌ المراد بسترته ، اما الجزء الخارجي فيكُون مصنوع من معادن الحديد الأخرى اذ لا يكون بتماس مع المادة الغذائية.

اهم الصفات الواجب توفرها في المعادن الداخلة في صناعة ادوات ومعدات معامل الاغذية

1- **ان تكون تلك المعادن غيرٌ سامة** ، فمثلا تسُبب جزيئات او كبريتات الرصاص المنتقلة الى الحليبٌ والاغذيةٌ المختلفة تسمم غذائي للأشخاص الذينٌ يتُناولون تلك الأغذية بمرور الوقت.

2- **ان تكون تلك المعادن غيرٌ قابلة للذوبان في الاغذيةٌ** ، حيثٌ يسُبب ذوبان بعض المعادن مثل النحاس في الاغذيةٌ للأمراض المختلفة وقد تساعد مركبات النحاس على أكسدة المواد الدهنيةٌ في الحليبٌ وبالتالي يظهر الطعم المتزنخ ، اما ذوبان معدن الحديدٌ في الاغذيةٌ فيؤدي الى تكونٌ طعم ورائحة فلزيةٌ معدنيةٌ غير مقبولة.

3- **ان تكون تلك المعادن لها مقاومة شديدٌة للتآكل**.

4- **ان تكٌون لتلك المعادن سطوح سٌهلة التنظيف بعد نهاية اية عملية تصنيع** لضمان الحصول على اغذية مرغوبة الصفات وذات محتوى ميكروبي قليل جدا وضمن الحدود الطبيعية للمواصفة الغذائية العالمية.

5- **ان تكون لتلك المعادن القابلية على تحمل الظروف المختلفة لتصنيعٌ الأغذية** مثل الحرارة المرتفعة والضغط العال والتمدد والتقلص.

6- **ان يكون لتلك المعادن قابلية جيدة للانتقال الحراري** مما يزيد فعالية التبادل الحراري عند التصنيع ويساهم في خفض التكاليف الاقتصادية.

7- **ان تكون تلك المعادن رخيصٌة الثمن نسبياً** ، وهذا مهم جدا من الناحيةٌ الاقتصاديةٌ.

الحديد غير القابل للصدأ

هو أكثر أنواع الحديد استخداما في معامل الصناعات الغذائية وخاصة في الأجزاء التي تكون بتماس مباشر مع الغذاء وله صفات خاصة اذ تعرف سبيكته بمقاومتها العالية للصدأ كما تحتوي على معادن أخرى في تركيب السبيكة منها الكروم والنيكل وتوجد ثلاثة انواع من سبائك الحديد المقاوم للصدأ

Austenitic -3 Ferritic -2 Martensitic -1

1- سبيكة **Martensitic** : تعتبر من اهم الانواع لما تمتاز به سبيكته من انخفاض في نسبة الكاربون وارتفاع نسبة الكروم مما جُعل هذا النوع يتُصف بصفات جيدّة ومقاومة للتآكل ، وان اضافة معدن النيكُل جعلها اكثر قوة .

2- سبيكة **Ferritic** : تمتاز عن النوع الأول بالمقاومة الجيدة للتآكل عندما تكون بتماس مع الحوامض العضوية كحامض الستريك وغيرها.

3- سبيكة **Austenitic** : هذا النوع من السبائك لها قابلية عالية على مقاومة الصدأ وتحتوي على النيكل بنسبة (33%) وتطلب بكثرة في معدات وأجهزة تصنيع الأغذية لكن ابرز عيوبها هو تأثرها بدرجات الحرارة العالية.

تآكل الحديد غير القابل للصدأ : يتعرض الحديد غير القابل للصدأ الى انواع مختلفة من التآكل تتمثل في ذوبان جزء من المعدن المصنع في الوسط الحامضي بصورة تدريجية مما يؤدي الى انخفاض سمك المعدن المصنع منه الجهاز بمرور الزمن الا ان المعدن المتآكل يبقى محتفظا بلمعان جيد لسطحه.

انواع التآكل في سبائك الحديد غير القابل للصدأ :

هناك انواع مختلفة من التآكل الذي يحدث في سبائك الحديد المقاوم للصدأ وهو :

1- **التآكل في الجزيئات المعدنية** : تتعرض سبيكة **Austenitic** للتآكل عند تعرضها لحرارة ما بين 533 ^{o} م الى 833 ^{o} م خاصة مع وجود الاحماض كحامض الكبريتيك أو اللاكتيك وغيرها.

2- **تآكل التنقير** : يحدث هذا النوع من التآكل ف نقاط معينُة من سطح المعدن عندما يكون سطح المعدن بتماس مع محاليلٌ تحتوي على الكلوريدات ويتم معرفة مقدار التآكل التنقير في السبيكة من خلال قلة سمك السبيكة.

3- **التآكل بسبب الشد** : يحُدث هذا النوع من التآكل عند وجود ضغط على الجهاز ، حيث يبدا هذا النوع بالتآكل عند تكون نقطة ضعيفة ومنها تتكون شبكة من الشقوق والكسور الدقيقة والتي تزداد بازدياد العوامل المساعدة على حدوث مثل هذا النوع من التآكل كوجود محاليل الكلوريدات.

4- **تآكل التحفر** : يحدث هذا النوع من التآكل في الأجهزة التي تحتوي على مضخات ويعود سبب ذلك للتأثير الديناميكي وسرعة السوائل ودرجة حرارتها عند مرورها بتماس مع المعدن.

سبائك الالمنيوم : تستخدم بالدرجة الثانية بعد الحديد غير القابل للصدأ لأنها تمتاز بصفات المعدن الجيد وخفة وزنها ويتم استعمالها في الاوعية المخصصة لنقل وتداول الحليب وفي الفرازات ولكن من مساوئها الأساسية هي تآكلها عند تعرضها للمحاليل الحامضية ونتيجة لذلك تكون مركب أوكسيد الالمنيوم Al_2O_3 على سطح معدن الالمنيوم له قابلية ذوبان عالية في المادة الغذائية.