Middle Technical University
Technical Institute / Kut
Department of Petrochemical Techniques

الجامعة التقنية الوسطى
المعهد التقني / كوت
قسم التقنيات البتروكيميياوية

تصنيع
جهاز لتنفيذ تجربة
عملية التمييع
Fluidization Process Experiment

بحث مقدم

الى المعهد التقني/ كوت ـ قسم التقنيات البتروكيمياوية وهو جزء من نيل شهادة الدبلوم التقني في البتروكيمياويات

اسماء الطلبة

حسن هادي عبيد حبيب صالح وسمي

المشرف
المدرس سعيد عباس مدودي

1444 هـ 2023 م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ وَلَقَدْ آتَيْنَا دَاوُودَ وَسُلَيْمَانَ عِلْمًا

وَقَالَا الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي فَضَّلَنَا عَلَىٰ كَثِيرٍ

مِّنْ عِبَادِهِ الْمُؤْمِنِينَ ﴾

صدق الله العلي العظيم

[النمل :15]

الفهرست

الاهداء 4

الفصل الاول 5

- المقدمة
- ماهي عملية التمييع (Fluidization)
- ميكانيكية عملية التمييع
- تطبيقات استخدام عمليات التمييع في الصناعات البتروكيمياوية
- تطبيقات استخدام عمليات التمييع في صناعة النفط و الغاز
- تطبيقات استخدام عمليات التمييع في صناعة الادوية
- لتحقيق الأداء المرجو في عملية التمييع Fluidization، يجب إجراء دراسات وتجارب متعددة
- العوامل أخرى يجب مراعاتها عند تصميم أجهزة التمييع Fluidization
- عدة أدوات تستخدم لقياس سرعة التدفق في تجربة التميع

الفصل الثاني 14

- مراحل التصنيع
- تشغيل الجهاز

الاستنتاج 20

المصادر 21

الملاحق 23

- **Experiment guide for flow through Fluidized Bed**

الاهداء

أهدي بحثي المتواضع الى منارة العلم وسيد الخلق

رسول الله محمد (صلى الله عليه واله وسلم)

الى من سعى وشقى لأنعم بالراحة والهناء إلى سبب وجودي في الحياة

{ والدي الحبيب }

لكَ كل التجلي والاحترام حفضك الله ..... الى الذي لا يمل العطاء الى من حاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها الى من عانت الصعبِ لأصل الى ما انا فيه

{ والدتي }

الى من وقف الى جانبي ومدَ لي يد المساعدة

(المدرس سعيد عباس مدودي)

الذي سهل لي الطريق في كتابة البحث والى جميع اساتذتي في قسم التقنيات البتروكيمياوية.

واخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين وعلى محمد واله افضل الصلاة واتم التسليم

الفصل الأول

الجانب النظري

FLUIDIZATION PROCESSES

➢ المقدمـــة /

"يمكن التنبؤ بوقت وصول مسبار فضائي يسافر إلى زحل بشكل أكثر دقة من سلوك المفاعل الكيميائي ذي الطبقة المميعة" على الرغم من أن الاقتباس أعلاه عمره 20 عاماً تقريبا (جيلدارت، 1986) ، إلا أنه يظل صحيحاً في الألفية الجديدة لهندسة التميع. تتبع الصعوبات في التنبؤ جزئياً من التعقيد والغموض في تحديد العوامل الأساسية مثل حجم الجسيمات وشكلها وكثافتها. تلعب هذه المعلمات دوراً مهماً في حساب السلوك الديناميكي والتنبؤ به في الطبقة المميعة. يتم تقدير معظم الخصائص الفيزيائية للجسيمات بشكل غير مباشر، مثل تقدير شكل الجسيم من خلال فراغ القاعدة. ولجميع العوامل أهمية صريحة وضمنية في تقدير سلوك عمليات التميع. على الرغم من أن التكنولوجيا الجديدة تساعدنا على فهم وإعطاء تنبؤ أكثر دقة في عملية التميع، إلا أنه لا تزال هناك حاجة إلى مزيد من الأبحاث.

ان عملية التمييع Fluidization هي عملية تستخدم في الهندسة الكيميائية والتكنولوجيا لتحويل مادة صلبة إلى حالة سائلة أو مشابهة للسائل. تتم عملية التمييع Fluidization عن طريق تمرير تدفق مستمر من الغاز أو السائل من خلال طبقة من المواد الصلبة الجافة المتجمدة في جهاز يسمى المفلتر أو الفلتر السائل.

أثناء عملية التمييع Fluidization، يتم توزيع الغاز أو السائل بشكل متساوٍ عبر المواد الصلبة المتجمدة، مما يؤدي إلى تعليقها وتحويلها إلى حالة تشبه السائل. يتم تحقيق ذلك عن طريق التوازن بين قوة الجاذبية وقوة تدفق السائل أو الغاز، مما يسمح بتحريك الجسيمات الصلبة وتشتيتها في الوسط السائل.

تستخدم عملية التمييع Fluidization في عدة تطبيقات، مثل تحسين عمليات الاختزال والاحتراق في صناعة الصلب والتكرير، وتحسين عمليات الخلط والتفاعل في الصناعات الكيميائية والصيدلانية، وتجفيف المواد الحبيبية وغيرها من العمليات التي تتطلب تفاعلًا فعالًا بين الجسيمات الصلبة والسائل أو الغاز.

تعتبر عملية التمييع Fluidization مفيدة لأنها تسمح بتحسين نقل الحرارة والكتلة والتفاعلات بين المواد، وتوفر سطحًا كبيرًا للتفاعلات الكيميائية والاستفادة الأمثل من السائل أو الغاز في التطبيقات المختلفة.

من المهم أن نلاحظ أن عملية التمييع Fluidization تختلف عن حالة الحبيبات المعلقة، حيث يتم تحقيق توازن بين الجاذبية وقوة تدفق السائل أو الغاز في التمييز مما يسمح بتعليق الجسيمات الصلبة بشكل مستمر ومستقر في الوسط السائل.

تتطلب عملية التمييع Fluidization تصميمًا دقيقًا للأجهزة والمفاعلات التي تستخدم فيها، بما في ذلك ضبط سرعة التدفق وحجم الجسيمات وخصائص المواد الصلبة والسائل أو الغاز المستخدم. يتم دراسة وتحليل عملية التمييع Fluidization بواسطة الهندسة الكيميائية والتفاعلية والحرارية لضمان تحقيق الأداء المثلى والنتائج المرجوة في التطبيقات المختلفة.

➢ ماهي عملية التمييع (Fluidization):

هي عملية تتعلق بتحويل مادة صلبة إلى حالة سائلة أو تماثلها للحالة السائلة من خلال تمرير غاز أو سائل من خلالها بشكل مستمر. تستخدم هذه العملية في عدة تطبيقات صناعية مثل التجفيف، والتحبيب، وعمليات الاستخلاص.

في عملية التمييع، يتم تمرير الغاز أو السائل عبر طبقة من جسيمات صلبة. تبدأ العملية بتحريك الجسيمات الصلبة بسرعة بواسطة تدفق الغاز السائل أو السائل المار بها. تزداد سرعة تدفق الغاز أو السائل بشكل متزايد حتى تصبح قوة الحمل الوزني للجسيمات تعادل قوة السحب الواجهية للغاز أو السائل. عند هذه النقطة، تبدأ الجسيمات في الوسط في التحرك وتعلق في الهواء أو السائل، مما يعطي انطباعًا بأنها تسبح في الوسط.

عملية التمييع تستخدم لدراسة سلوك الجسيمات في وسط التميع وتحديد الخصائص الفيزيائية والتدفقية للمواد الصلبة والسوائل. تستخدم أدوات مختلفة لقياس سرعة التدفق والتوزيع الحبيبي للجسيمات وتأثير عوامل مثل حجم الجسيمات وتركيزها على العملية.

عملية التمييع تعتبر أداة هامة في تصميم وتحسين عمليات الصناعة التي تتعامل مع الجسيمات الصلبة والسوائل. تساعد في فهم سلوك المواد في ظروف التمييع وتمكن المهندسين من تحسين كفاءة العمليات وتحقيق الأداء المثلى.

➢ ميكانيكية عملية التمييع :

عندما يتم تمييع الجسيمات الصلبة، تتصرف الطبقة المميعة بشكل مختلف حيث تتنوع خصائص السرعة والغاز والصلبة. لقد أصبح من الواضح أن هناك عدد من أنظمة التمييع، كما هو مبين في **الشكل 2.1.** عندما يتزايد تدفق الغاز المار عبر طبقة من الجزيئات باستمرار، يهتز عدد قليل منها، ولكن يظل على نفس ارتفاع الطبقة الساكنة. وهذا ما يسمى **بالطبقة الثابته fixed bed (الشكلA2.1)**. مع زيادة سرعة الغاز، يتم الوصول إلى نقطة حيث قوة السحب التي ينقلها الغاز المتحرك لأعلى تساوي وزن الجزيئات، ويزداد فراغ الطبقة قليلاً: هذه هي بداية التميع وتسمى **الحد الأدنى من التميع minimum fluidization(الشكل B2.1)** مع الحد الأدنى المقابل لسرعة التمييع. ومع زيادة تدفق الغاز بشكل أكبر، يبدأ تكوين فقاعات التميع. عند هذه النقطة، تحدث **طبقة مميعة فقاعية bubbling fluidized bed (الشكل C.2.1)** ومع زيادة السرعة بشكل أكبر، فإن الفقاعات الموجودة في طبقة مميعة فقاعية سوف تتجمع وتنمو مع ارتفاعها. إذا كانت نسبة الارتفاع إلى قطر الطبقة عالية بما فيه الكفاية، فقد يصبح حجم الفقاعات تقريباً نفس قطر الطبقة، وهذا **ما يسمى التباطؤ slugging (الشكل 2.1D)** إذا تم تميع الجسيمات بمعدل تدفق غاز مرتفع بدرجة كافية ،فإن السرعة تتجاوز السرعة النهائية للجسيمات. يختفي السطح

العلوي للطبقة، وبدلاً من الفقاعات، نلاحظ حركة مضطربة للمجموعات الصلبة وفراغات الغاز ذات الأحجام والأشكال المختلفة. تسمى الطبقة في ظل هذه الظروف **بالطبقة المضطربة turbulent beds (الشكلE.2.1)** مع زيادات إضافية في سرعة الغاز، تصبح الطبقة المميعة في نهاية المطاف طبقة محصورة حيث يكون لدينا طبقة مميعة مشتتة أو مخففة أو خفيفة الطور، والتي تصل إلى **النقل الهوائي للمواد الصلبة pneumatic transport of solids(الشكلF.2.1)**.

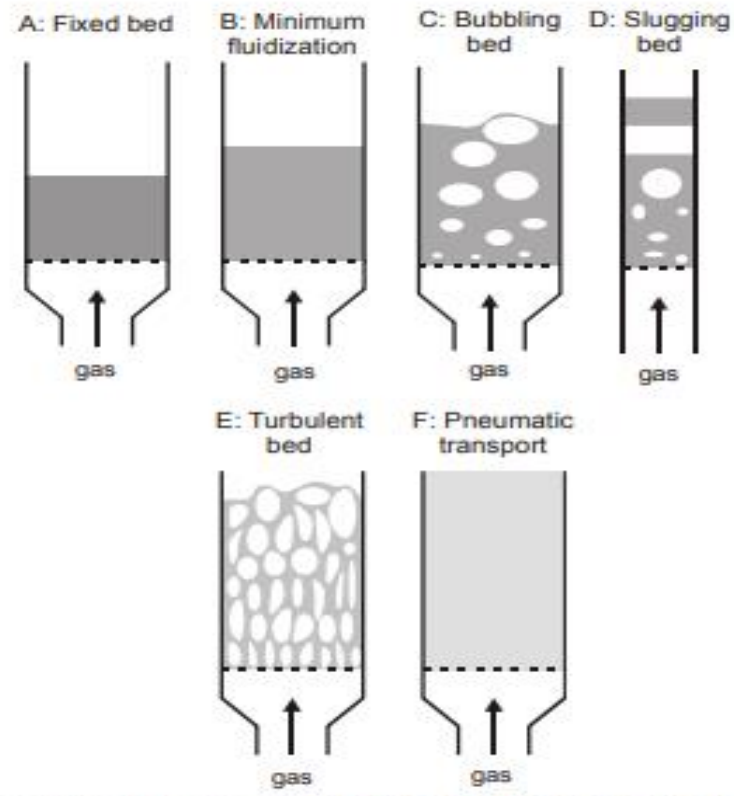


Figure 2.1 Schematic representation of fluidized beds in different regimes (based on Kunii and Levenspiel, 1991)

➢ تطبيقات استخدام عمليات التمييع في الصناعات البتروكيمياوية:

1. **تجفيف الحبيبات:** يتم استخدام عملية التميع في تجفيف الحبيبات في صناعة البتروكيماويات. يتم تمرير الهواء أو الغاز الساخن من خلال طبقة من الحبيبات الرطبة أو المبللة لإزالة الرطوبة وتجفيفها. هذا يساعد في إعداد المواد البتروكيماوية للمعالجة والاستخدام النهائي.
2. **تحبيب المواد البتروكيمياوية:** في بعض العمليات البتروكيمياوية، يتم تحويل المواد البتروكيمياوية إلى حبيبات صلبة قابلة للتعامل والتخزين. عملية التميع تستخدم لتشكيل وتحبيب هذه المواد من خلال تمرير الغاز أو السائل من خلالها وتكوين الحبيبات المطلوبة.
3. **استخلاص المركبات الكيميائية:** في بعض العمليات البتروكيمياوية، يتم استخراج المركبات الكيميائية المرغوبة من مخلفات العمليات أو المزيجات المعقدة. عملية التميع تستخدم في تحسين عملية الاستخلاص بتوزيع وتمييع المذيب في المزيج وزيادة كفاءة الاستخلاص.
4. **تكسير الكتلة:** في عمليات التكسير الحراري للكتلة البترولية أو الكتلة النباتية، يتم استخدام عملية التميع لتسهيل تدفق المواد وتحسين التحلل الحراري. يتم تمييع المواد المغذاة وتوزيعها بشكل متساوٍ في مفاعل التكسير لتحقيق تفاعلات أكثر فعالية وزيادة إنتاج المنتجات النهائية المرغوبة.

هذه بعض التطبيقات الشائعة لعملية التميع في الصناعات البتروكيمياوية. تستخدم العملية أيضًا في العديد من العمليات الأخرى مثل التحليل الكيميائي وتكنولوجيا الوقود وتنقية المواد الكيميائية.

➢ تطبيقات استخدام عمليات التمييع في صناعة النفط و الغاز:

1. **تنقية النفط والغاز:** يمكن استخدام عملية التمييع لتنقية النفط والغاز من المواد الصلبة والسوائل الغير مرغوب فيها. يتم تمرير النفط أو الغاز من خلال وسائط تميع مثل الفلترات لإزالة الشوائب والرواسب والجسيمات المتناهية الصغر.
2. **فصل البترول:** عملية التمييع تستخدم أيضًا في عمليات فصل البترول لفصل المكونات المختلفة مثل الزيوت الخام والمنتجات البتروكيماوية. يمكن استخدام وسائط تميع مثل المذيبات لفصل المكونات بناءً على اختلافات في خواصها الكيميائية والفيزيائية.

3. **حفر الآبار:** في عمليات حفر الآبار، يستخدم التمييع لتحسين تدفق السوائل والغازات في الآبار. يتم ضخ وسائط تميع مثل الطين أو السوائل السميكة إلى الآبار لتقليل الاحتكاك وتسهيل حركة السوائل والغازات وتبريد وتشحيم رأس الحفر.

4. **استخراج الغاز الصخري:** في استخراج الغاز الصخري، يمكن استخدام عملية التميع لزيادة نفاذية الصخور وتحسين استخراج الغاز. يتم حقن وسائط تميع مثل الماء أو السوائل الكيميائية إلى الصخور الصخرية لتوسيع المسام وتحسين تدفق الغاز.

هذه بعض التطبيقات الشائعة لعملية التمييع في صناعة النفط والغاز. يعتمد استخدام عملية التمييع على الظروف الخاصة لكل عملية ومتطلبات التصنيع المحددة.

➢ تطبيقات استخدام عمليات التمييع في صناعة الادوية:

1. **تركيز المستحضرات الدوائية:** يتم استخدام عملية التميع لتركيز المستحضرات الدوائية من خلال إزالة المذيبات أو المكونات غير المرغوب فيها. يتم تمرير الغاز أو الهواء الجاف عبر المذيب المحتوي على المستحضر الدوائي لتبخير المذيب وتركيز المركب الفعال.

2. **تحضير صيغ التحرير الصلبة:** في بعض الأحيان، تتطلب صيغ التحرير الصلبة للأدوية إجراء عملية تميع. يتم استخدام عملية التميع لتحضير صيغ التحرير الصلبة من خلال تبخير المحلول الدوائي أو المستحضر السائل وترسيب المادة الصلبة المطلوبة.

3. **تحسين التوافر الحيوي:** قد يتم تحسين التوافر الحيوي للأدوية من خلال تقنيات التميع. يمكن استخدام عملية التميع لتحسين قابلية امتصاص الدواء في الجهاز الهضمي عن طريق تحسين الذوبانية أو الانحلالية الدوائية.

4. **إزالة المذيبات العضوية:** في صناعة الأدوية، يتم استخدام المذيبات العضوية في عمليات التحضير والتركيب. عملية التميع يمكن استخدامها لإزالة المذيبات العضوية المتبقية من المنتجات النهائية أو المستحضرات الدوائية للحصول على منتج نهائي خالٍ من المذيبات.

هذه بعض التطبيقات الشائعة لعملية التميع في صناعة الأدوية. يعتمد استخدام عملية التميع في صناعة الأدوية على طبيعة المركب الدوائي ومتطلبات التصنيع المحددة.

➢ **لتحقيق الأداء المرجو في عملية التمييع Fluidization، يجب إجراء دراسات وتجارب متعددة. و هذه التجارب المهمة التي يمكن أن تساعد في تحقيق ذلك:**

1. **دراسة خواص المواد الصلبة:** يجب إجراء دراسات لتحديد خواص المواد الصلبة المستخدمة، مثل حجم الجسيمات وتوزيع الحجم وكثافتها وخاصيات السطح. يمكن استخدام تقنيات مثل تحليل الحجم الذري والمجهر الإلكتروني لدراسة هذه الخواص.
2. **تقييم التوزيع الجاف للمواد الصلبة:** يجب إجراء تجارب لتقييم التوزيع الجاف للمواد الصلبة في الوعاء. يمكن استخدام تقنيات مثل قياس توزيع الكثافة وتوزيع الجسيمات لتحليل التوزيع الجاف وضمان توزيع متساوٍ للجسيمات.
3. **تقييم التوزيع السائل أو الغاز:** يجب إجراء تجارب لتقييم التوزيع السائل أو الغاز في الوعاء. يمكن استخدام تقنيات مثل قياس سرعة التدفق وتوزيع الضغط لتحليل التوزيع السائل أو الغاز وضمان توزيع متساوٍ وسلس.
4. **تحليل الاحتكاك والتآكل:** يجب إجراء دراسات لتحليل الاحتكاك والتآكل الناجم عن حركة الجسيمات الصلبة في الوعاء. يمكن استخدام أجهزة الاحتكاك واختبار التآكل لتقييم هذه العوامل وضمان الحفاظ على أداء المواد الصلبة على المدى الطويل.
5. **تحليل النقل الحراري والكتلة:** يجب إجراء دراسات لتحليل النقل الحراري والكتلة أثناء عملية التمييع Fluidization. يمكن استخدام أجهزة قياس درجة الحرارة وتحليل الغازات لتقييم هذه العمليات وتحديد فعالية نقل الحرارة والكتلة.
6. **تحليل الأداء العام:** يجب إجراء تحليل شامل للأداء العام لعملية التمييع Fluidization. يشمل ذلك تقييم كفاءة التمييز، وفعالية التحويل، وتوزيع الحجم، واستهلاك الطاقة، وتكاليف التشغيل. يمكن استخدام نماذج النمذجة الرياضية والمحاكاة لتحليل وتحسين الأداء.

هذه بعض الدراسات والتجارب الهامة التي يجب إجراؤها لتحقيق الأداء المرجو في عملية التمييع Fluidization. يجب الانتباه إلى أن الدراسات والتجارب المحددة قد تختلف اعتمادًا على نوع التطبيق والمتطلبات المحددة. ينصح بإجراء الدراسات والتجارب في مختبرات متخصصة أو على نطاق صغير قبل تطبيقها على نطاق تجاري لضمان الحصول على النتائج المرجوة وتحقيق الأداء المثلى.

➢ العوامل أخرى يجب مراعاتها عند تصميم أجهزة التمييع Fluidization.

هناك بعض العوامل الهامة التي يجب أخذها في الاعتبار:

1. **خواص المواد الصلبة:** يجب مراعاة خواص المواد الصلبة المستخدمة في عملية التمييز Fluidization، مثل حجم الجسيمات، كثافتها، شكلها وخاصيتها السطحية. هذه الخواص يمكن أن تؤثر على سلوك التمييز وتأثير الغاز أو السائل على الجسيمات.
2. **خواص السائل أو الغاز:** يجب أخذ خواص السائل أو الغاز المستخدم في التمييز بعين الاعتبار. مثل خواص التدفق، كثافة السائل أو الغاز، قوة الاحتكاك والتوتر السطحي. هذه الخواص يمكن أن تؤثر على توزيع السائل أو الغاز وقدرته على تعليق الجسيمات الصلبة.
3. **تصميم عمود التمييع**: يجب تصميم العمود الذي يحتوي على المواد الصلبة المتجمدة بشكل مناسب لتحقيق التمييز المطلوب. يجب أخذ عوامل مثل الارتفاع والقطر والشكل الهندسي وتصميم الفلتر وتوزيع الفتحات في الاعتبار لتحقيق تدفق سلس وتوزيع متساوٍ للسائل أو الغاز.
4. **سرعة التدفق والضغط:** يجب تحديد سرعة التدفق المناسبة والضغط المطلوب للسائل أو الغاز لتحقيق التمييز المثلى. سرعة التدفق العالية قد تؤدي إلى فقدان السيطرة على الجسيمات الصلبة وزيادة التآكل، في حين أن سرعة التدفق المنخفضة قد تؤدي إلى تراكم الجسيمات وتشوه التمييز.
5. **التحكم في درجة الحرارة:** في بعض التطبيقات، قد يكون التحكم في درجة الحرارة أمرًا هامًا لضمان تحقيق التمييز المرجو. يجب مراعاة تصميم الأجزاء المسؤولة عن التدفئة أو التبريد للحفاظ على درجة حرارة مستقرة للمواد الصلبة والسائل أو الغاز.

هذه بعض العوامل الرئيسية التي يجب مراعاتها عند تصميم أجهزة التمييع Fluidization. ينبغي أيضًا إجراء دراسات وتجارب لتحديد الظروف المثلى وضمان تحقيق الأداء المرجو وفقًا لمتطبيقاتك المحددة.

- **وهناك عدة أدوات تستخدم لقياس سرعة التدفق في تجربة التميع**:

بعض هذه الأدوات تشمل:

1. **مقياس التدفق الحجمي (Volumetric Flow Meter)**: يستخدم لقياس حجم السائل أو الغاز الذي يمر عبر نظام التميع في وحدة زمنية معينة. يمكن استخدام مقياس التدفق الحجمي مثل مقياس الانفجار (Rotameter) أو مقياس السرعة الحجمية (Venturi Meter) لقياس سرعة التدفق.
2. **مقياس التدفق الكتلي (Mass Flow Meter):** يستخدم لقياس كتلة السائل أو الغاز الذي يمر عبر نظام التميع في وحدة زمنية معينة. يمكن استخدام مقياس التدفق الكتلي مثل مقياس الكتلة الحرارية (Thermal Mass Flow Meter) أو مقياس الكتلة الحجمية (Coriolis Mass Flow Meter) لقياس سرعة التدفق.
3. **مقياس التدفق الجزيئي (Particle Flow Meter):** يستخدم لقياس حجم الجسيمات أو تركيزها في وسط التميع. يعتمد هذا النوع من المقاييس على تقنيات مثل التصوير البصري، أو تقنيات الليزر، أو الاستشعار الكهروضوئي لقياس الجسيمات المتدفقة.
4. **مقياس الضغط (Pressure Gauge):** يستخدم لقياس الضغط في نظام التميع. يمكن استخدام مقاييس الضغط لقياس فروق الضغط عبر النظام وتحديد سرعة التدفق بناءً على العلاقات التدفقية المعروفة.

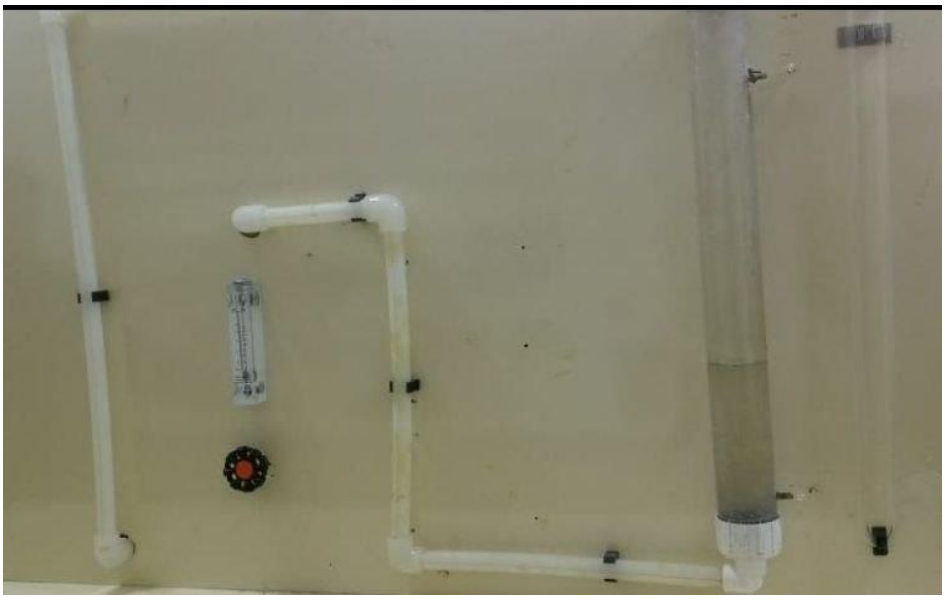
تختلف الأدوات المستخدمة وفقًا لطبيعة التطبيق وخصائص السائل أو الغاز المستخدم في عملية التميع. يجب اختيار الأداة المناسبة وفقًا لمتطلبات القياس والدقة المطلوبة في التجربة.

الفصل الثاني

الجانب العملي

مرحلة التصنيع

ا- تم تصنيع بتجهيز قاعدة الجهاز (بورد مختبري) ليتم تثبيت اجزاء الجهاز عليها في ورش المعهد.



2 -قاعدة الجهاز يجب أن تكون مرتفعة عن الارض ليسهل العمل عليه

3- و سيتم تثبيت قاعدة اسفل القاعدة الأولى (على ارتفاع (20cm) عن مستوى سطح الارض) ليتم تثبيت المضخة والخزان وبعض الانابيب عليها.

4- بعد الانتهاء من القاعدة تقوم بتثبيت القطع حيث نبدأ بتثبيت الانابيب كما يلي .

- ✓ تثبيت الانبوب الرئيسي (عمود التمييع) Fluidization Column و المصنوع من Plixiglass و بعد تثبيت موزع الهواء في الجزء الاسفل من العمود
- ✓ ب-يتم توزيع الانابيب على حسب القطع .

5- يتم تثبيت الخزان والمضخة جيدة أعلى القاعدة السفلى

6- يتم تثبيت انابيب U Tubemanometer (لمعرفة الارتفاع) بجوار برج التميع .

7- يتم غلق برج التميع من الكاتبين من الجانبين من الاسفل يتم وصل الدوش بالانابيب مع التأكد عن غلق الانبوب جيداً لمنع تسرب المعاول الدوش داخل الانبوب).

8- يتم غلق الانبوب من الأعلى مع التأكد من ثقب السواد واحكام ضبطه لعدم التسرب.

9- يتم وضع مادة بلاستيكية كروية داخل أنبوب التميع لتسهيل مشاهدتهما.

جهاز لتنفيذ تجربة عملية التميع
Fluidization Process Experiment
Flow measuring device using a venturi meter

طريقة العمل /

1. أبق الصمام الالتفافي مفتوحًا والصمام الرئيسي مغلقًا. قم بتشغيل الضاغط.
2. قم بتوصيل مقياس الضغط U tube manometer عبر الطبقة .
3. اسمح للغاز بالتدفق عبر الطبقة عن طريق فتح الصمام الرئيسي
4. تأكد من وجود حالة تدفق ثابت ولاحظ معدل التدفق باستخدام مقياس التدفق Ratometer
5. يجب ملاحظة الارتفاع المقابل للطبقة والفرق في المستويات في أطراف المانومتر.
6. يجب تكرار الإجراء لمعدلات تدفق مختلفة، سواء بالنسبة لظروف الطبقة الثابتة أو المميعة
7. استخدم مقياس الزئبق المعدلات التدفق الأعلى
8. جمع السائل الموجود في الطبقة الثابت بعد إغلاق الصمام الرئيسي، لحساب حجم الفراغ

الاستنتاجات

- التمييع (التميع) Fluidization : هي عملية مشابهة للتسييل حيث يتم تحويل المادة الحبيبية (دقائق) من حالة صلبة إلى حالة تشبه المائع. و تحدث هذه العملية عندما ينتقل المائع (سائل أو غاز) عبر المادة الصلبةالحبيبية.
- عندما يتم إدخال غاز متدفق أسفل طبقة من الدقائق الصلبة ، فإنه يتحرك صعودًا خلال الطبقة عبر المسامات الفارغة بين الدقائق.
- وعند السرعات المنخفضة للغاز ، يكون السحب الديناميكي الهوائي لكل جسيم منخفضًا أيضًا ، وبالتالي تبقى الطبقة في حالة ثابتة. و بزيادة السرعة ، تبدأ قوى السحب الديناميكية الهوائية في مواجهة قوى الجاذبية ، مما يؤدي إلى زيادة حجم الطبقة مع تحرك الجزيئات بعيدًا عن بعضها البعض.
- و بزيادة السرعة ، ستصل إلى قيمة حرجة تساوي فيها قوى السحب التصاعدي قوى الجاذبية الهابطة تمامًا ، مما يتسبب في تعليق الجزيئات داخل المائع. عند هذه القيمة الحرجة ، يُقال إن الطبقة أصبحت مميعة وسيظهر سلوكًا مائعًا. و من خلال زيادة سرعة الغاز ، ستستمر الكثافة الظاهرية للطبقة في الانخفاض ، وسيصبح تمييعها أكثر عنفًا ، إلى أن تصبح الجسيمات كل البعد عن طبقة و بالتالي يتم "نقلها" إلى الأعلى عن طريق تدفق الغاز.
- وتستخدم تقنية التمييع في بعض العمليات الصناعية بحيث يتم التعامل مع الدقائق الصلبة المعلقة في سيل من الغاز و كأنها في الحالة السائلة . في هذه العملية يتم تحويل الدقائق من الحالة شبه الصلبة إلى الحالة شبه السائلة و تحدث هذه العملية عندما يمرر سائل أو غاز خلال المادة الحبيبية (الدقائق) و عند سرعة معينة يتم التعامل مع الحبيبات او الدقائق و كأنها مواد معلقة في هذا السيل حيث كل دقيقة تفقد صلتها بالدقائق المحيطة بها و بالتالي تتحرك الدقائق و كأنها سائل .
- وعملية التمييع عملية مفيدة لنقل المساحيق مثل مسحوق الفحم و غيره . تستخدم طبقات التمييع و التي بها تكون الدقائق الصلبة معلقة في سيل رأسي في الصناعات الكيميائية و خصوصا في التفاعلات المحفزة حيث يكون سطح المادة الحافزة كبير .

• المصادر

- Coulson and Richardson's ; CHEMICAL ENGINEERING; VOLUME 2 , FIFTH EDITION
- J. D. Seader; Ernest J. Henley & D. Keith Roper; SEPARATION PROCESS PRINCIPLES CHEMICAL AND BIOCHEMICAL OPERATIONS,THIRD EDITION

الملاحق

- **Experiment guide for flow through Fluidized Bed**
- **دليل تجربة الجريان خلال الطبقة المميعة**

FLOW THROUGH FLUIDIZED BED

- **Aim of Exprement:**

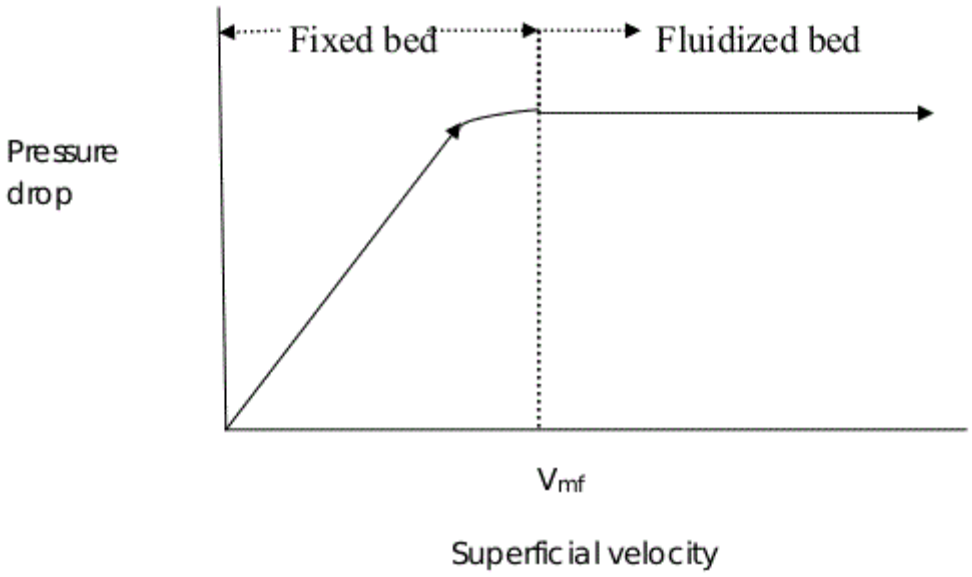
To conduct an experiment on the flow of water through fluidized bed and to obtain the effect of superficial velocity on bed porosity and pressure drop. Determine the minimum fluidization velocity from the experimental data.

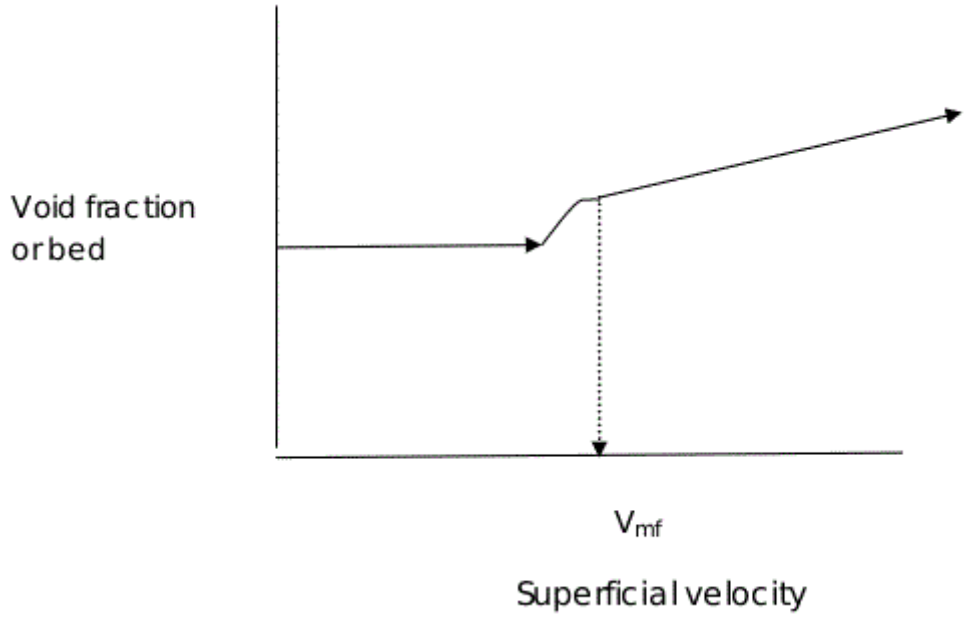
- **Background and Theory :**

When a liquid or a gas is passed at very low velocity up through a bed of solid particles, the particles do not move ,and the pressure drop is given by the Ergun equation. If the fluid velocity is steadily increased ,the pressure drop and the drag on individual particles increase, and eventually the particles start to move and become suspended in the fluid. The terms “fluidization” and “fluidized bed” are used to describe the condition of fully suspended particles, since the suspension behaves like a dense fluid.

Fluidized beds are used extensively in the chemical process industries, particularly for the cracking of high-molecular-weight petroleum fractions. Such beds inherently possess excellent heat transfer and mixing characteristics. These are devices in which a large surface area of contact between a liquid and a gas ,or a solid and a gas or liquid is obtained for achieving rapid mass and heat transfer and for chemical reactions. The fluidized bed is one of the best known contacting methods used in the processing industry, for instance in oil refinery plants. Among its chief advantages are that the particles are well mixed leading to low temperature gradients, they are suitable for both small and large scale operations and they allow continuous processing. There are many well established operations that utilize this technology, including cracking and reforming of hydrocarbons, coal carbonization and gasification, ore roasting, Fisher-Tropsch synthesis, coking, aluminum production, melamine production, and coating preparations. Nowadays, you will find fluidized beds used in catalyst regeneration, solid-gas reactors, combustion of coal, roasting of ores, drying, and gas adsorption operations The application of fluidization is also well recognized in nuclear engineering as a unit operation for example, in uranium extraction, nuclear fuel fabrication, reprocessing of fuel and waste disposal.

When a fluid is admitted at the bottom of a packed bed of solids at a low flow rate, it passes upward through bed without causing any particle motion. If the particles are quite small, flow in the channels between the particles will be laminar and the pressure drop across the bed will be proportional to the superficial velocity Vo and for turbulent situations, pressure drop across the bed increase nonlinearly with the increase in the superficial velocity. As the velocity is gradually increased, the pressure drop increases, but particles do not move and the bed height remains the same. At a certain velocity, the pressure drop across the bed counterbalances the force of gravity on the particles or the weight of the bed, and any other further increase in velocity causes the particles to move and the true fluidization begins. For a high enough fluid velocity, the friction force is large enough to lift the particles. This represents the onset of fluidization Once the bed is fluidized pressure drop across the bed remains constant, but the bed height continues to increase with increasing flow.





Minimum fluidization velocity :

To better understand fluidization of a particle bed, it is necessary to determine what range of flow rates allow fluidization, and also, what flow rates will begin to carry the particles out the top of the particle chamber. It is necessary to determine a minimum flow rate allowing the particles to become fluidized, the minimum fluidization velocity (Vmf). This is the minimum superficial fluid velocity required for the fluidization to occur. It can be obtained by setting the pressure drop across the bed equal to the weight of the bed per unit area of cross section, allowing for the buoyant force of the displaced fluid:

$$\Delta P = g(1-\epsilon)(\rho_p - \rho)L$$

At incipient fluidization, ϵ is the minimum void fraction

$$\Delta P = g(1-\epsilon)(\rho_p - \rho)L$$

Ergun's equation for pressure drop in packed beds can be applied to the point of incipient fluidization and minimum fluidization velocity can be obtained by solving the resultant quadratic equation.

The Ergun equation can be used to describe the drag exerted on a particle bed by the fluid flow. The Ergun equation is:

$$f_p = \frac{150(1-\epsilon)}{\frac{\phi_s D_p V_0 \rho}{\mu}} + 1.75 \qquad \text{--------(1)}$$

f_p is the friction factor for a packed bed called as modified friction factor.

$$f_p = \frac{\Delta P \phi_s D_p \epsilon^3}{\rho V_0^2 L(1-\epsilon)} \qquad \text{--------(2)}$$

Where: 9

ΔP= the pressure drop,
L= the height of the bed,
μ=the fluid viscosity,
ϵ=void fraction,
V_0 = the fluid superficial velocity,
D_p =the particle diameter,
ρ= the density of the fluid,
φ_s = sphericity of the particle.

By rearranging and then setting

$$\Delta P = g(1-\epsilon)(\rho_p - \rho)L$$

The Ergun equation at the point of incipient fluidization is

$$\frac{\Delta P_B}{L_{mf}} \cdot \frac{\varphi_s D_p}{\rho V_{mf}^2} \frac{\epsilon_{mf}^3}{(1-\epsilon_{mf})} = \frac{150(1-\epsilon_{mf})}{\frac{\varphi_s V_{mf} D_p \rho}{\mu}} + 1.75$$

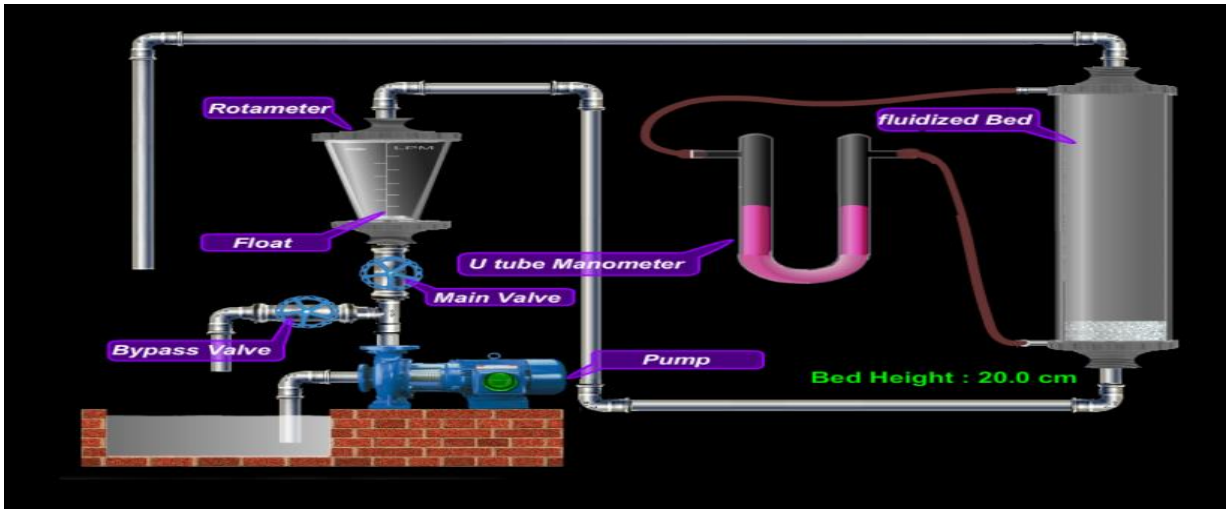
Where,

ϵ_{mf}= Minimum void fraction (before fluidization)
V_{mf}= Minimum fluidization velocity

The above equation is a quadratic in , where V_{mf} , the minimum fluidization velocity.

Types of fluidization :

The equations derived for minimum fluidization velocity apply to liquids as well as to gases, but beyond this velocity, the appearance of beds fluidized with liquids or gases is often quite different. Liquid fluidized beds usually exhibit "particulate fluidization" and the gas fluidized beds exhibit "bubbling fluidization" (Refer Unit Operations of Chemical Engineering by McCabe and Smith).



- ***Apparatus required :***
  - ✓ manometer,
  - ✓ bucket, &
  - ✓ Stop watch.

- ***Procedure :***

1. Keep the bypass valve open and the main valve closed. Switch on the pump.
2. Connect manometer across the bed.
3. Allow the fluid through flow through the bed by opening the main valve.
4. Ensure for steady flow condition note down the flow rate using the rotameter .
5. The corresponding height of the bed and the difference in levels in the manometer limbs to be noted down.
6. The procedure is to be repeated for different flowrates, both for static and fluidized bed conditions.
7. Can use Hg manometer for higher flow rates.
8. Collect the the fluid present in the static bed after closing the main valve, to calculate the void volume.

- **Data :**

Column Diameter = D = cm
Height of static bed = L_{mf} =
Viscosity of fluid = μ = cp
Density of fluid = kg/m^3
Density of CCl_4 = kg/m^3
Density of Hg = kg/m^3
Packing type =
Density of packing material= ρ_p = kg/m^3
φ_s = Sphericity =
Specific surface area of packing = S = m^2/m^3=surface area/unit bed volume

- ***Observations :***

Volume of voids = m^3

Sl No.	Manometer reading	Height of bed(L)cm	Rotameter reading	Volumetric flow rate m^3/s

- ***Calculations :***

Minimum bed porosity = ϵ_{mf}=void volume/volume of bed

Volume of Bed = $\frac{\pi D^2}{4} * L_{mf}$

Superficial velocity = $V_0 = \frac{Q}{A}$

Cross sectional area of the tube, $A = \frac{\pi D^2}{4}$

$$\Delta H_w = \frac{(\rho - \rho)}{\rho} * \Delta H_m$$ = m H_2o

ρ_m = density of manometric fluid

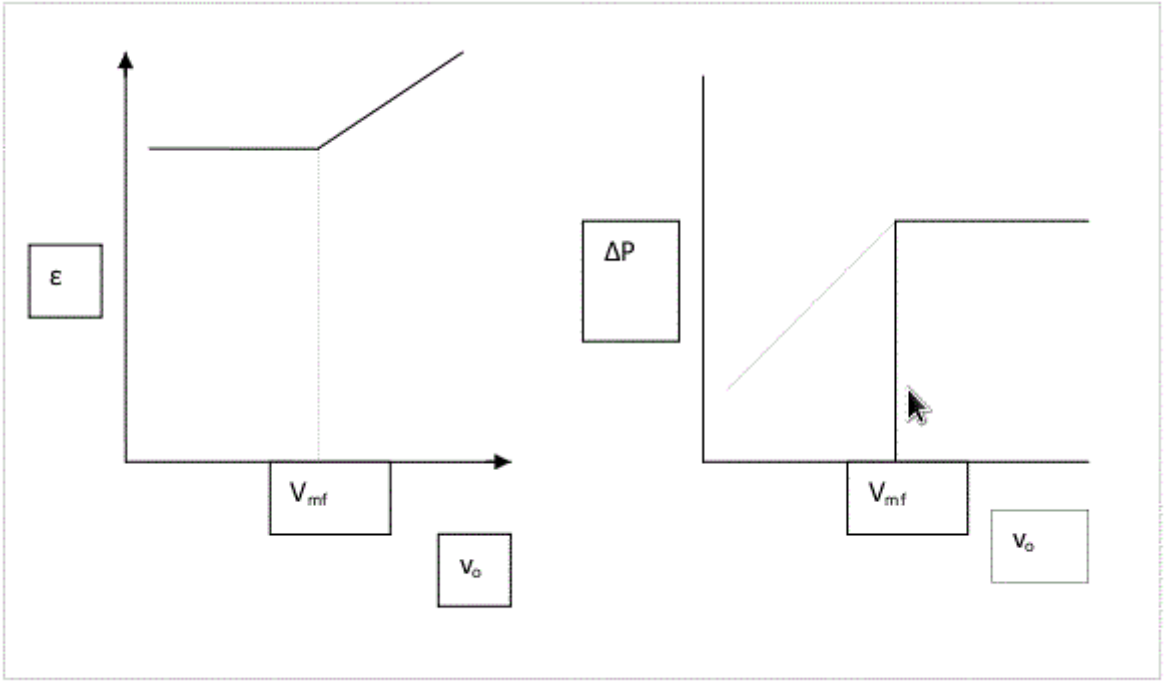
$\Delta P = \Delta H_w \rho g$= N/$m^2$

Bed Porocity $\epsilon = 1 - \frac{L_{mf}}{L}(1 - \epsilon_{mf})$

Sl. No.	Bed Height L, cm	Volumetric flow rate Q, m^3/s	Superficial Velocity $\bar{v_0}$, m/s	ΔHw m . H_2O	Porosity ε	Pressure Drop ΔP

- Plot ΔPvs $\bar{V_0}$ on a log-log graph
- Plot ϵ vs $\bar{V_0}$ on a log-log graph.

- Determine minimum fluidization velocity (V_{mf}) from both the plots.



Theoretical value of minimum fluidization velocity:

Determine pressure drop per unit bed height under minimum fluidization condition.

$$\frac{\Delta P_B}{L_{mf}} = g(\rho_p - \rho)(1 - \epsilon_{mf}) = \frac{N}{\frac{M^2}{m}}$$

Ergun's equation:

$$\frac{\Delta P_B}{L_{mf}} \frac{D_p}{\rho V_{mf}^2} \frac{\epsilon_{mf}^3}{(1-\epsilon_{mf})} = \frac{150(1-\epsilon_{mf})}{\frac{V_{mf} D_p \rho}{\mu}} + 1.75$$

Solve equation 1 and determine V_{mf}.

- **Results :**

Report the values of minimum fluidization velocity obtained from plots and from Ergun's equation. Comment on effect of superficial velocity on ΔP and ϵ.

دليل تجربة الجريان خلال الطبقة المميعة

- **الهدف من التجربة:**

إجراء تجربة على جريان المائع خلال الطبقة المميعة والحصول على تأثير السرعة السطحية على مسامية الطبقة وانخفاض الضغط. تحديد الحد الأدنى لسرعة التميع من البيانات التجريبية.

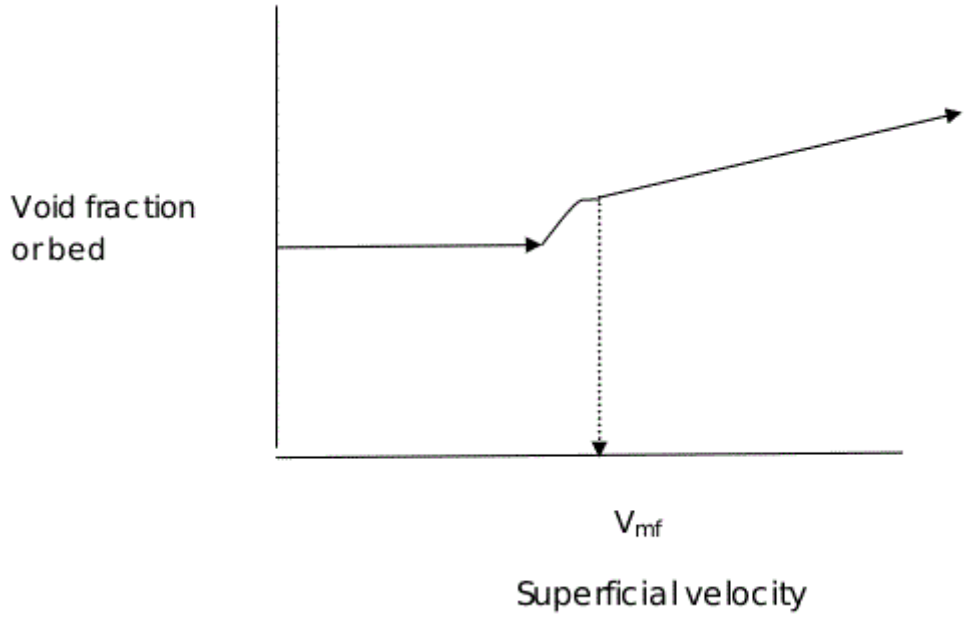
- **النظرية :**

عندما يتم تمرير سائل أو غاز بسرعة منخفضة جدًا عبر طبقة من الجزيئات الصلبة، فإن الجزيئات لا تتحرك، ويتم الحصول على انخفاض الضغط من خلال معادلة أرجون. إذا زادت سرعة المائع بشكل مطرد، ينخفض الضغط ويزداد السحب على الجزيئات الفردية، وفي النهاية تبدأ الجزيئات في التحرك وتصبح معلقة في السائل. يتم استخدام المصطلحين "التمويع" و"الطبقة المميعة" لوصف حالة الجسيمات العالقة بالكامل، نظرًا لأن التعليق يتصرف مثل سائل كثيف.

تُستخدم الطبقات المميعة على نطاق واسع في صناعات العمليات الكيميائية، خاصة لتكسير الأجزاء البترولية ذات الوزن الجزيئي العالي. تمتلك هذه الأسرة بطبيعتها خصائص ممتازة لنقل الحرارة والخلط. هذه هي الأجهزة التي يتم فيها الحصول على مساحة سطح كبيرة من الاتصال بين السائل والغاز، أو الصلبة والغاز أو السائل لتحقيق انتقال سريع للكتلة والحرارة ولإجراء التفاعلات الكيميائية. تعد الطبقة المميعة واحدة من أفضل طرق الاتصال المعروفة المستخدمة في صناعة المعالجة، على سبيل المثال في مصانع تكرير النفط.

ومن بين مزاياها الرئيسية أن الجزيئات مختلطة بشكل جيد مما يؤدي إلى تدرجات حرارة منخفضة، وهي مناسبة لكل من العمليات الصغيرة والكبيرة الحجم وتسمح بالمعالجة المستمرة. هناك العديد من العمليات الراسخة التي تستخدم هذه التكنولوجيا، بما في ذلك تكسير وإعادة تشكيل الهيدروكربونات، وتفحيم الفحم وتغويزه، وتحميص الخام، وتخليق فيشر تروبش، وفحم الكوك، وإنتاج الألومنيوم، وإنتاج الميلامين، وتحضيرات الطلاء. في الوقت الحاضر، سوف تجد طبقات مميعة تستخدم في تجديد المحفزات، ومفاعلات الغاز الصلب، وحرق الفحم، وتحميص الخامات، والتجفيف، وعمليات امتصاص الغاز. كما أن تطبيق التميع معترف به جيدًا في الهندسة النووية كعملية وحدة على سبيل المثال، في استخراج اليورانيوم وتصنيع الوقود النووي وإعادة معالجة الوقود والتخلص من النفايات.

عندما يتم إدخال سائل إلى قاع طبقة معبأة من المواد الصلبة بمعدل تدفق منخفض، فإنه يمر لأعلى عبر الطبقة دون التسبب في أي حركة للجسيمات. إذا كانت الجسيمات صغيرة جدًا، فسيكون التدفق في القنوات بين الجسيمات طبقيًا وسيكون انخفاض الضغط عبر الطبقة متناسبًا مع السرعة السطحية Vo وفي المواقف المضطربة، يزداد انخفاض الضغط عبر الطبقة بشكل غير خطي مع زيادة السرعة السطحية. سرعة. ومع زيادة السرعة تدريجيًا، يزداد انخفاض الضغط، لكن الجسيمات لا تتحرك ويظل ارتفاع السرير كما هو. عند سرعة معينة، يؤدي انخفاض الضغط عبر الطبقة إلى موازنة قوة الجاذبية على الجسيمات أو وزن الطبقة، وأي زيادة أخرى في السرعة تؤدي إلى تحرك الجسيمات وتبدأ التمييع الحقيقي. للحصول على سرعة عالية بما فيه الكفاية للسوائل، تكون قوة الاحتكاك كبيرة بما يكفي لرفع الجزيئات. يمثل هذا بداية التمييع بمجرد تمييع الطبقة، يظل انخفاض الضغط عبر الطبقة ثابتًا، لكن ارتفاع الطبقة يستمر في الزيادة مع زيادة التدفق.



الحد الأدنى لسرعة التمييع:

لفهم تمييع طبقة الجسيمات بشكل أفضل، من الضروري تحديد نطاق معدلات التدفق التي تسمح بالتمييع، وكذلك معدلات التدفق التي ستبدأ في حمل الجسيمات إلى أعلى حجرة الجسيمات. من الضروري تحديد الحد الأدنى لمعدل التدفق الذي يسمح للجزيئات بالتمييع، والحد الأدنى لسرعة التمييع (Vmf). هذا هو الحد الأدنى لسرعة السوائل السطحية المطلوبة لحدوث التمييع.

يمكن الحصول عليه عن طريق ضبط انخفاض الضغط عبر الطبقة بما يساوي وزن الطبقة لكل وحدة مساحة من المقطع العرضي، مما يسمح بقوة الطفو للسائل المزاح:

$$\Delta P = g(1-\epsilon)(\rho_p - \rho)L$$

At incipient fluidization, ϵ is the minimum void fraction

$$\Delta P = g(1-\epsilon)(\rho_p - \rho)L$$

Ergun's equation for pressure drop in packed beds can be applied to the point of incipient fluidization and minimum fluidization velocity can be obtained by solving the resultant quadratic equation.

The Ergun equation can be used to describe the drag exerted on a particle bed by the fluid flow. The Ergun equation is

$$f_p = \frac{150(1-\epsilon)}{\frac{\phi_s D_p V_0 \rho}{\mu}} + 1.75 \qquad \text{--------(1)}$$

f_p is the friction factor for a packed bed called as modified friction factor.
Where,

$$f_p = \frac{\Delta P \phi_s D_p \epsilon^3}{\rho V_0^2 L(1-\epsilon)} \qquad \text{--------(2)}$$

With, ΔP= the pressure drop,
L= the height of the bed,
μ=the fluid viscosity,
ϵ=void fraction,
V_0 = the fluid superficial velocity,
D_p =the particle diameter,

ρ= the density of the fluid,
φ_s = sphericity of the particle.

By rearranging and then setting

$$\Delta P = g(1-\epsilon)(\rho_p - \rho)L$$

The Ergun equation at the point of incipient fluidization is

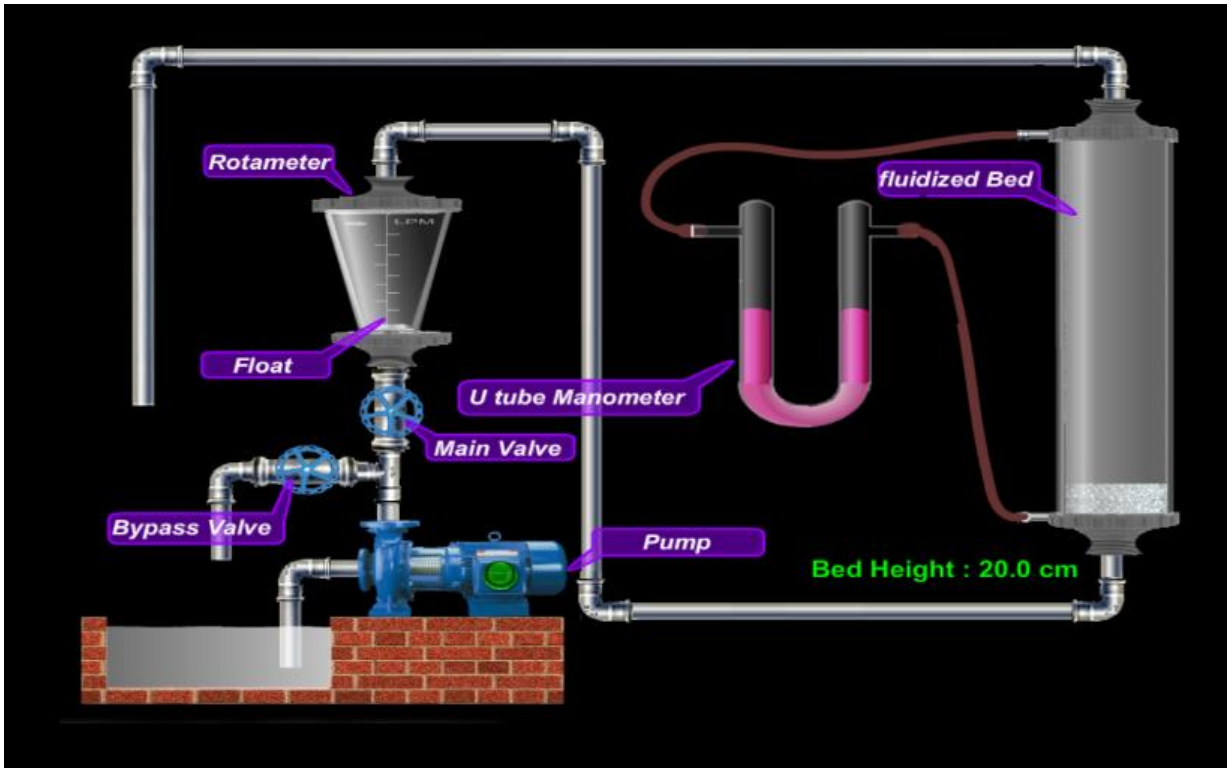
$$\frac{\Delta P_B}{L_{mf}} \cdot \frac{\varphi_s D_p}{\rho V_{mf}^2} \frac{\epsilon_{mf}^3}{(1-\epsilon_{mf})} = \frac{150(1-\epsilon_{mf})}{\frac{\varphi_s V_{mf} D_p \rho}{\mu}} + 1.75$$

Where,

ϵ_{mf}= Minimum void fraction (before fluidization)
V_{mf}= Minimum fluidization velocity
The above equation is a quadratic in , where V_{mf} , the minimum fluidization velocity.

أنواع التميع :

تنطبق المعادلات المشتقة للحد الأدنى من سرعة التميع على السوائل والغازات أيضًا، ولكن بعد هذه السرعة، غالبًا ما يكون مظهر الطبقات المميعة بالسوائل أو الغازات مختلفًا تمامًا. عادةً ما تظهر الطبقات المميعة السائلة "تميعًا جسيميًا" وتظهر الطبقات المميعة بالغاز "تميعًا فقاعيًا" (راجع عمليات وحدة الهندسة الكيميائية بواسطة مكابي وسميث).



- **المعدات المطلوبة :**

✓ مقياس الضغط
✓ ، مقياس الزئبق،
✓ دلو و
✓ ساعة توقيت.

- **طريقة العمل** :

1. أبقِ الصمام الالتفافي مفتوحًا والصمام الرئيسي مغلقًا. قم بتشغيل الضاغط.
2. قم بتوصيل مقياس الضغط عبر الطبقة.
3. اسمح للغاز بالتدفق عبر الطبقة عن طريق فتح الصمام الرئيسي.
4. تأكد من وجود حالة تدفق ثابت ولاحظ معدل التدفق باستخدام مقياس معدل الجريان Rotameter
5. يجب ملاحظة الارتفاع المقابل لل'طبقة والاختلاف في المستويات في أطراف المانومتر.
6. يجب تكرار الإجراء لمعدلات تدفق مختلفة، سواء بالنسبة لظروف الطبقة الساكنة أو المميعة.
7. استخدم مقياس الزئبق لمعدلات التدفق الأعلى.
8. ممكن بجمع السائل الموجود في الطبقة المستقرة بعد إغلاق الصمام الرئيسي لحساب حجم الفراغ بين الحبيبات الصلبة.

- **Data :**

Column Diameter = D = cm
Height of static bed = L_{mf} =
Viscosity of fluid = μ = cp
Density of fluid = kg/m^3
Density of CCl_4 = kg/m^3
Density of Hg = kg/m^3
Packing type =
Density of packing material= ρ_p = kg/m^3
φ_s = Sphericity =
Specific surface area of packing = S = m^2/m^3=surface area/unit bed volume

- ***Observations :***

Volume of voids = m^3

Sl No.	Manometer reading	Height of bed(L)cm	Rotameter reading	Volumetric flow rate m^3/s

- ***Calculations :***

Minimum bed porosity = ϵ_{mf}=void volume/volume of bed

Volume of Bed = $\frac{\pi D^2}{4} * L_{mf}$

Superficial velocity = $V_0 = \frac{Q}{A}$

Cross sectional area of the tube, $A = \frac{\pi D^2}{4}$

$$\Delta H_w = \frac{(\rho - \rho)}{\rho} * \Delta H_m$$ = m H_2o

ρ_m = density of manometric fluid

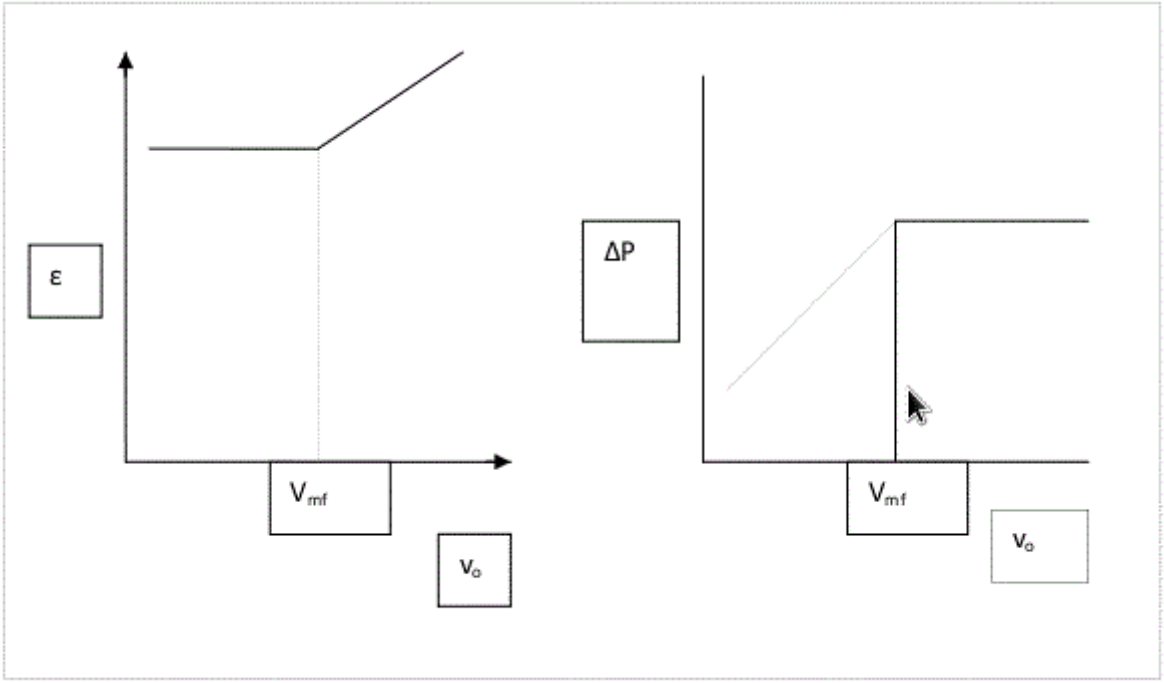
$\Delta P = \Delta H_w \rho g$ = N/m^2

Bed Porocity $\epsilon = 1 - \frac{L_{mf}}{L}(1 - \epsilon_{mf})$

Sl. No.	Bed Height L, cm	Volumetric flow rate Q, m^3/s	Superficial Velocity $\bar{v_0}$, m/s	ΔHw m . H_2O	Porosity ε	Pressure Drop ΔP

- Plot ΔPvs $\bar{V_0}$ on a log-log graph
- Plot ϵ vs $\bar{V_0}$ on a log-log graph.

- Determine minimum fluidization velocity (V_{mf}) from both the plots.



Theoretical value of minimum fluidization velocity:

Determine pressure drop per unit bed height under minimum fluidization condition.

$$\frac{\Delta P_B}{L_{mf}} = g(\rho_p - \rho)(1 - \epsilon_{mf}) = \frac{N}{\frac{M^2}{m}}$$

Ergun's equation:

$$\frac{\Delta P_B}{L_{mf}} \frac{D_p}{\rho V_{mf}^2} \frac{\epsilon_{mf}^3}{(1-\epsilon_{mf})} = \frac{150(1-\epsilon_{mf})}{\frac{V_{mf} D_p \rho}{\mu}} + 1.75$$

Solve equation 1 and determine V_{mf}.

- **نتائج :**

سجل قيم الحد الأدنى لسرعة التميع التي تم الحصول عليها من الرسم ومن معادلة أرجون Ergun's equation. و التاثير الرئيسي تأثير السرعة السطحية uperficial velocity على $P\Delta$ و ε .