النفايات الكيماوية الخطرة واثرها على البيئة

د.حسني عوده
قسم الهندسة الكيميائية / جامعة النجاح الوطنية
hmodeh@najah.edu

يتناول هذا البحث مشكلة تسرب المذيبات الكيماوية العضوية الى البيئة. حيث يحدد اسبابها وطرق الوقاية منها والتعامل معها. وقد تم بالفعل دراسة حالة بيئية في كبرى مصانع الادوية حيث يتسرب عشرات الالاف من اللترات من هذه المذيبات شهريا. وبعد القيام بالفحوصات والقياسات من قبل الاقسام المختصة المختلفة تبين لنا ان الفنيين لايقومون بعمليات التبخير والتقطير متقيدين بالضوابط والارشادات الفيزيائية والكيميائية التي تخضع لها هذه الانظمة والتي سنوضحها فيما بعد.

لقد قامت شركة Gedeon Richter of Chemical works والمسماه RG بتشكيل فرق متخصصة للتعامل مع قضية "فقدان المذيبات" حيث ان ذلك يمثل خسارة اقتصادية ومشكلة بيئية ، وكان يعتقد ان التسرب يتم بسبب عدم كفاءة انظمة الاغلاق والحشوات عند الاجهزة التي تعمل تحت الضغط المنخفض. الا انه تبين وبالصدفة واثناء متابعة عملية validation ان الفنيين لا يختارون درجات الحرارة التي تناسب الضغط المنخفض المعمول به عند عمليات الفصل المختلفة

لذلك تم تحديد **منهجية العمل** كما يلي:

متابعة خطوات التصنيع ميدانيا في المعامل المختلفة

المراقبة الدقيقة للفنيين ومهندسي الانتاج في تنفيذ التعليمات وفهمهم لها .

انواع الابخرة المتحررة والهاربة

تستخدم مصانع الادوية الكيماوية معظم المذيبات الكيماوية وسنذكر ابرز المذيبات والاحماض الكيماوية المستخدمة:

Solvents: Methanol, Ethanol, Isopropyl alcohol, n-propanol, tert-butyl-alcohol, Acetone, Benzene, Toluene, Dichloromethane, Trichloroethylene, n-hexane, c-hexane,Chloroform, Ethyl acetate,
Acids: Hydrochloric acid, Sulfuric acid, nitric acid and organic acids

الاسباب الرئيسية لفقدان الابخرة والغازات وتلوث البيئة

عند اجراء الفحوصات والقياسات المختلفة في مصانع الادوية الكيماوية تم تحديد الاسباب التالية لفقدان المذيبات والابخرة وهروبها:

1. عدم توافر تكنولوجيا محكمة الاغلاق دائماً حيثما لزم ذلك، واذا ما توافرت في مكان ما لم تكن تعمل بالكفاءة المطلوبة.
2. تمثل عملية اضافة المذيبات في المفاعلات، وكذلك عملية سحب العينات مصدرا من مصادر التلوث وخصوصا اذا ما تمت في درجات حرارة مرتفعة وقريبة من درجة غليان المذيب.
3. لم يتنبه المهندسون ولا الفنيون دائما الى الاخطاء والمشاكل المتعلقة في تشغيل ابراج الامتصاص والتقطير وعملها (absorption, stripping, distillation columns)، ولا إلى حجم الضرر التي تشكله هذه المشاكل ولو بدت باعينهم بسيطة
4. تبين ان هناك مشاكل في حشوات انظمة انابيب نقل المذيبات و كذلك في الانظمة التي تعمل تحت التفريغ vacuum وان عملية تنفيس الاجهزة تمثل مشكلة خطرة ومهمة من مشاكل خسارة المذيبات وصعوبة استرجاعها.
5. تعتبر عملية تنظيف الاجهزة وخصوصا اجهزة الترشيح Filtration systems والطرد المركزي Centrifuges من مصادر التلوث الكبيرة داخل المصانع .
6. ان عملية نقل المذيبات بقوة التفريغ vacuum تؤدي الى خسارة جزء من المذيب في نظام التفريغ الذي يضخه الى الخارج، وذلك لعدم توافر اجهزة تكثيف مناسبة مرتبطة بمضخات التفريغ.
7. تتم خسارة جزء من المذيبات اثناء العمليات التي تعمل تحت ضغط جوي وذلك من خلال فتحة التهوية

دراسة حجم الضرر البيئي الناتج عن:

العامل البشري ودوره في التأثير في كمية الابخرة الهاربة من العمليات الصناعية. أو حجم الضرر البيئي الذي نتكبده في حالة عدم الالتزام الدقيق بالقواعد العلمية النظرية عند الاشراف على اجهزة التقطير او التبخير والمنتشرة في المصانع الكيماوية.

أو قد لا تحتوي وثيقة التشغيل على كل الجزئيات والتفصيلات المهمة للتشغيل.

كيف تشغل الوحدات الصناعية التي تعمل تحت تأثير مضخات التفريغ vacuum pumps

يقوم الفنيون عادة بفصل المذيبات المتطايرة ((CH_3COCH_3, CH_3OH , CH_2Cl_2 ... على النحو التالي:

تشغيل مضخات التفريغ باعلى طاقتها، وقد يصل مقدار التفريغ في المعامل الى 100 torr .

ترفع درجة حرارة المزيج الغني والمتكون أساسا من المذيبات المتطايرة المذكورة اعلاه الـــى درجـــات حرارة لم يتم تحديدها بعناية، وقد تبدو منخفضة أي فوق الاربعين درجة مئوية.

مما يؤدي الى الحصول على بخار جاف superheated vapor وليس بخارا مشبعا

و بالتالي لا يمكن تكثيف هذا البخار بالكامل بوسائط التبريد التقليدية Cooling media

أي ان رغبة بعض الفنيين والمهندسين في الانجاز السريع للمهام يؤدي الى ابشع الكوارث وقد يصل حجم الخسارة من المذيبات الى عشرات الآلاف من اللترات شهريا.!!!

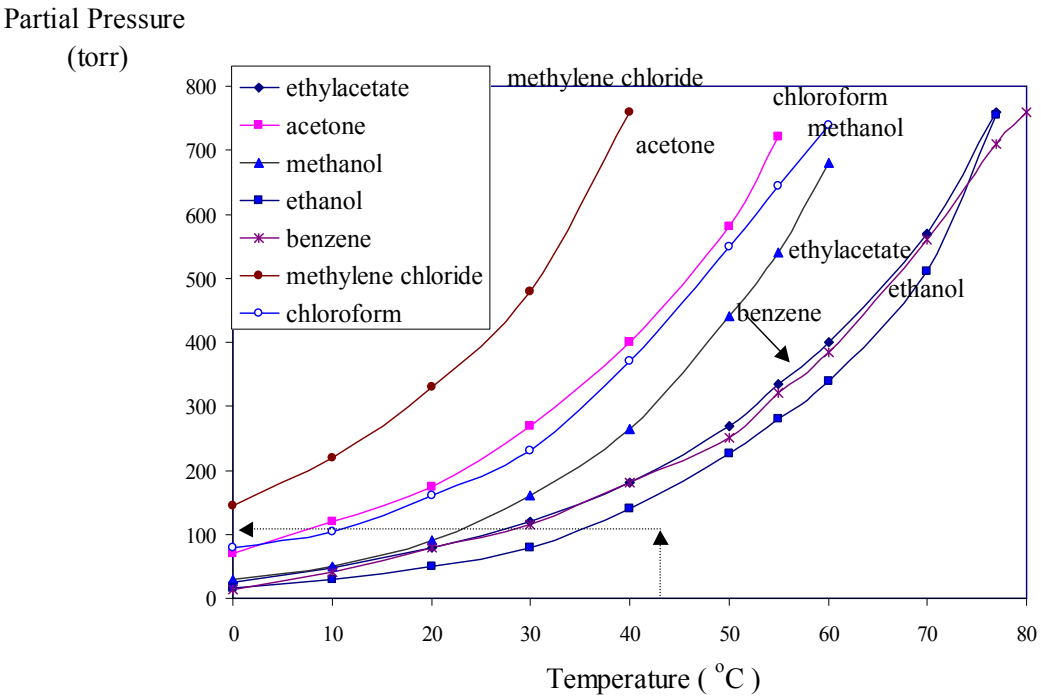


Figure 1 Boiling point curves for different volatile solvents

تحدد منحنيات الغليان في الشكل اعلاه درجة الحرارة التي يجب اختيارها عند تحديد قيمة الضغط فـــي الجهاز او بلغة اخرى القيمة المناسبة للضغط الجزئي للبخار.

ان **عدم كفاءة الحشوات** (seals) الموجودة في الأنظمة التي تعمل تحت التفريغ، وما يصحب ذلك من تسرب الهواء غير المرغوب به ودخوله الى داخل عناصر الوحدات الصناعية (والتـــي تعمـــل تحت الضغط المنخفض) يمثل عقبة جديدة لعمليات الفصل وتؤثر سلبيا في كفاءة عملية الفصل .
وهذه المشكلة نلمسها عند (المبادلات الحرارية والمكثفات وكذلك وحدات التبخير والتجفيف).
ويمثل الشكل التالي (figure.2) مقدار ما يحمل الهواء من المذيب عند درجات مختلفة من الضغط فـــي الجهاز.

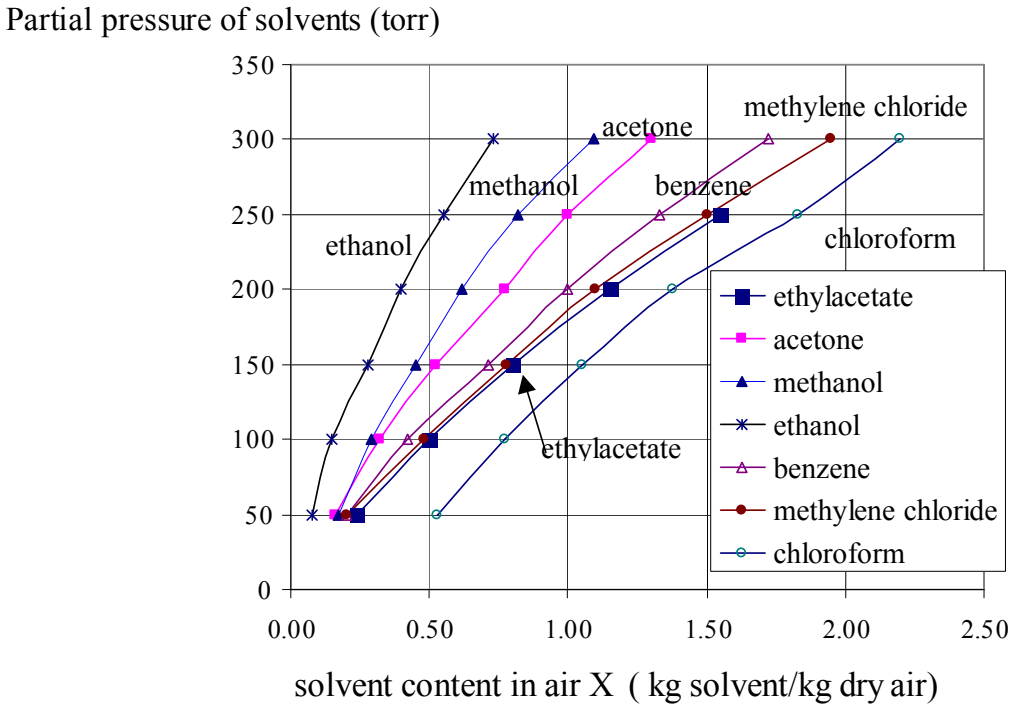
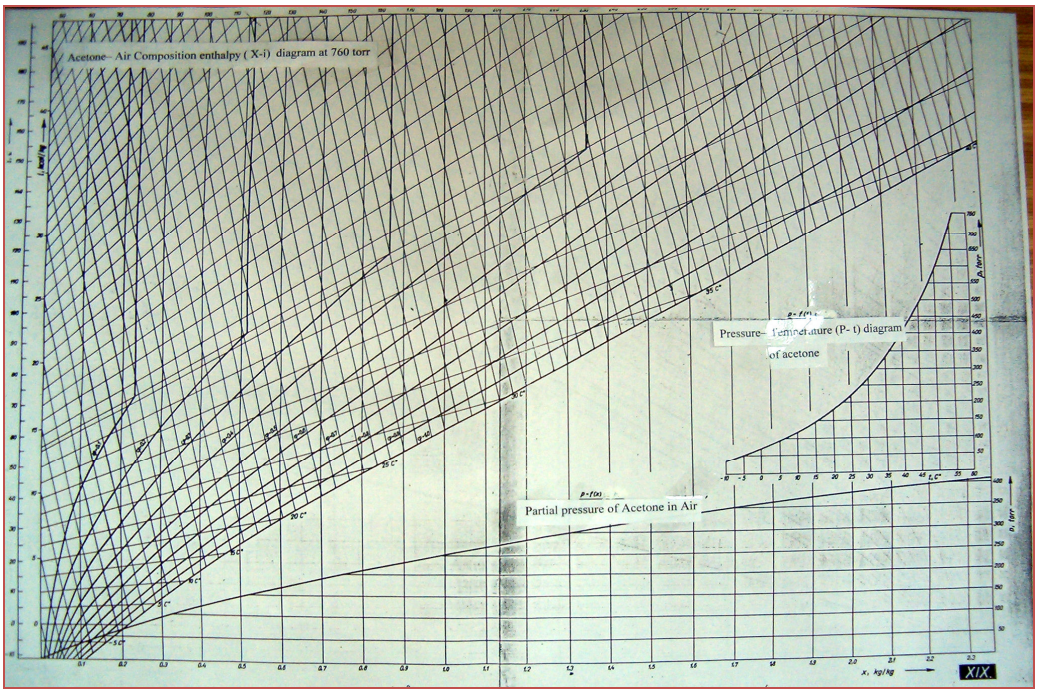


Figure 2. Air content of solvents at 760 torr

Acetone-Air diagrams at (760 torr): : Enthalpy – composition (H-x), Pressure – Temperature (P-T) , and pressure composition (P-x)

يحتوي الشكل التالي على منحنيات الرطوبة بمادة الاستون التي تم قياسها لمتابعة عمليات التجفيف الصناعي، حيث يوضح كميات الاستون التي يحتويها الهواء في ظروف متعددة.

Acetone-Air diagrams at (760 torr): : Enthalpy – composition (H-x), Pressure – Temperature (P-T) , and pressure composition (P-x)



وعندما تمت اعادة هذه التجارب معتمدين على القيم المناسبة والمرفقة في الرسومات اعلاه، وخصوصا قيم منحنيات التبخر انخفضت كمية الأبخرة الهاربة الى حوالي 1% بينما وصلت في البداية 40% من المذيب.

شكر وعرفان

نقدم الشكر لشركة Richter Gedeon of chemical works لصناعة الادوية وكذلك شركة chemitechnik Ltd, لتصميم المنشآءات الصناعية الدوائية على تقديم المعلومات المناسبة، وخصوصا منحنيات محتوى الهواء للابخرة الضرورية لانجاز هذا العمل.