

Дистилляция красного вина

Цели эксперимента

- Познакомиться с методом термической сепарации
- Производить спиртные напитки из красного вина путем дистилляции
- Наблюдать и понимать механизм дистилляции
- Научиться определять температуры кипения смеси веществ

Введение

Дистилляты из красного вина являются одними из старейших спиртных напитков в мире. Еще 1000 лет назад вино перегоняли для производства спиртных напитков, чтобы достичь более высокого содержания этанола.

Дистилляция – это метод термического разделения, который использует тот факт, что две жидкости могут иметь разные точки кипения. Чтобы понять это, сначала необходимо определить температуру кипения жидкости.

Чтобы определить температуру кипения жидкости, исследуемую жидкость нагревают. Жидкость сначала испаряется на поверхности. Жидкость переходит из жидкой фазы в газовую фазу. Когда через некоторое время давление паров жидкости сравняется с давлением окружающей среды, вся жидкость может испариться. Жидкость начинает закипать. Когда возникает такая ситуация, достигается точка кипения жидкости. Температура точки кипения измеряется в поднимающемся паре. Это важно, так как пар в этот момент находится при температуре, которая просто предотвращает его конденсацию. Он находится в равновесии с кипящей жидкостью.

Жидкостью в этом эксперименте является красное вино, которое в основном состоит из двух компонентов: воды и этанола. Температура кипения чистой воды при стандартном атмосферном давлении составляет 100°C , а чистого этанола - $78,4^{\circ}\text{C}$. Из-за этой разницы в температурах кипения можно отделить воду и этанол путем дистилляции.

Если красное вино нагреть до температуры кипения, то сначала испарится смесь этанола и воды, состоящая на 96% из этанола и 4% воды. Температура кипения этой смеси составляет $78,2^{\circ}\text{C}$. Дистиллировать чистый этанол невозможно, так как этанол и вода образуют азеотропную смесь. Жидкости имеют азеотропное соотношение пропорций, при котором они больше не могут быть разделены дистилляцией.

В начале дистилляции большое количество спирта испаряется с небольшим количеством воды. Результатом этого является то, что доля воды в жидкости постоянно увеличивается и состав подогретого красного вина меняется. Затем это приводит к изменению состава пара. Содержание этанола падает, и испаряется все большее количество воды. Это отражается в повышении температуры кипения, так как затем она приближается к температуре кипения воды. Таким образом, спирт будет разбавляться в процессе дистилляции.



Рисунок 1 Экспериментальная установка.

Меры предосторожности

Используемые химические вещества, как правило, неопасны. Однако концентрированный этанол может быть легковоспламеняющимся.

Оборудование и химикаты

- 1 Pocket-CASSY 2 Bluetooth
 - 1 CASSY Lab 2
 - 2 Адаптер NiCr-Ni S, тип K
 - 1 Датчик температуры, NiCr-Ni 1,5 мм
 - 1 Дистилляционный мост Клайзена 250 мм
 - 1 Колба с круглым дном, 250 мл, NS 19/26
 - 1 Колба с круглым дном, 100 мл, NS 19/26
 - 1 Соединительный зажим, пластиковый, NS 19/26 из комплекта
 - 2 Трубы из ПВХ диаметром 7 мм, 1 м
 - 2 Хомут для шланга 12 мм
 - 1 Завинчивающаяся крышка, GL 18, mB
 - 1 Силиконовая прокладка, GL 18/8, комплект из 10
 - 1 Защитные рукава для температурных датчиков
 - 1 Нагревательная мантия 250 мл,
 - 1 Лабораторный стенд II
 - 2 Клейкая магнитная доска 500 мм
 - 2 Магнитный держатель, Размер 2, 11...14 мм
 - 2 Магнитный держатель, Размер 3, 18...22 мм
 - 1 Панельная рама C50, двухуровневая, для CPS
 - 1 Мерный цилиндр Диаметр 3,3, 250 мл
 - 1 Камень кипячения 100 г
 - 1 Смазка для запорного крана, 60 г
 - 1 Блюдец для выпаривания, фарфор, 72 мл
 - 1 Деревянная палочка, 100 шт.
- также требуется:
- Красное вино
 - Воспламенитель
 - 1 ПК с Windows XP, Vista, 7 или 8
 - Набор ареометров

Подготовка к эксперименту

Настройка оборудования

Дистилляционный аппарат, состоящий из моста Клайзена, колбы объемом 250 мл, колбы объемом 100 мл, датчика температуры с защитными втулками, лабораторного стенда и нагревательного кожуха, установлен на клейкой магнитной доске (см. рис. 1). Смажьте стыки матового стекла между перемычкой и колбами смазкой для запорных кранов и прикрепите соединительные зажимы. Подсоедините мост Клайзена с обратным потоком к крану холодной воды. Подключите датчик температуры к ПК.

Проведение эксперимента

1. Загрузите настройки Cassy lab.
2. Достаньте колбу объемом 250 мл, добавьте 200 мл красного вина и пять камней кипячения. Затем расположите нагревательную крышку под заполненной колбой, подняв ее на подставке-домкрате.
3. Начните измерение. Слегка откройте водопроводный кран, чтобы выполнить дистилляцию с медленным обратным потоком. Наконец, включите нагревательную крышку на самую высокую настройку.

Необходимо строго следить за текущей температурой нагреваемого вина и не допускать его перегрева. В случае если температура превысила 90 °C, а кипение не началось следует убавить нагрев и обратиться за помощью.

Водный кран должен работать непрерывно во время проведения эксперимента. Если поток воды слишком мал, может возникнуть перегрев. Необходимо обеспечить достаточный уровень потока воды для постоянного охлаждения.

4. Когда достаточное количество спирта отгонится и соберется в колбе объемом 100 мл, измерение можно прекратить.

Примечание: с помощью ареометров с различными шкалами возможно определить приблизительную концентрацию этанола. Для этого необходимо получить около 40 мл дистиллята.



5. Налейте немного дистиллята в фарфоровую посуду и проверьте ее воспламеняемость, поджигая ее горячей деревянной палочкой.

Наблюдение

При нагревании красного вина жидкость переходит из жидкой фазы в газовую фазу во время дистилляции. Таким образом, физическое состояние красного вина меняется от жидкости к пару. Когда горячий пар соприкасается с холодным стеклом колбы, он конденсируется и образуются мелкие капельки жидкости. Чем дольше жидкость нагревается, тем больше пара образуется и конденсируется на стекле колбы. Капли жидкости увеличиваются в размерах и стекают обратно в красное вино. Со временем горячий пар поднимается еще выше, так как стекло колбы и пар становятся более горячими. Через некоторое время пар конденсируется на защитной стеклянной оболочке и нагревает датчик температуры. Это повышение температуры регистрируется. Это соответствует температуре кипения красного вина. Затем пар поступает в мост Клайзена, где он конденсируется благодаря охлаждающей воде и поступает в сборную колбу. В отличие от красного вина, конденсат прозрачный.

Оценка

Определение температуры кипения пара

Сначала установите вертикальную отметку на диаграмме "Точка кипения" (щелкните правой кнопкой мыши на диаграмме, чтобы открыть контекстное меню,  "Установить маркер",  "Горизонтальная линия"), чтобы определить температуру кипения жидкости (см. рис. 2).

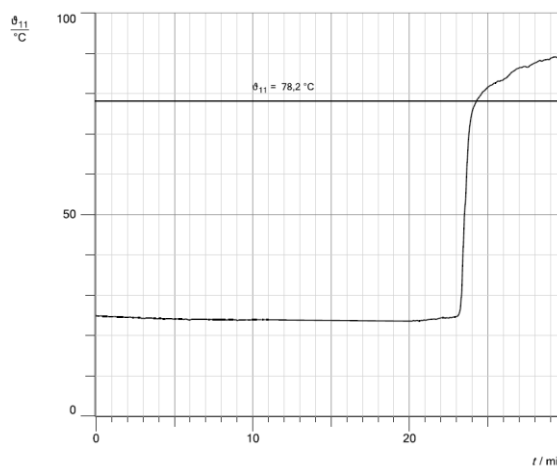


Рис. 2: Запись температуры в зависимости времени для дистилляции красного вина. Горизонтальная линия: приблизительная температура кипения этанола.

Здесь мы изначально имеем дело с парами смеси этанола и воды, состоящей из 96% этанола и 4% воды. Он кипит при температуре около 78 °С. Поскольку большое количество этанола первоначально испаряется с небольшим количеством воды, в красном вине остается все большая доля воды. Состав вина меняется, в результате чего меняется и состав пара. Увеличивается доля отгоняемой воды, что приводит к повышению температуры кипения. Таким образом, дистиллят с течением времени становится более разбавленным.

После дистилляции проводится испытание на воспламеняемость, чтобы установить, содержит ли дистиллят более 40% этанола.

Дополнительно полученный дистиллят может быть проверен с помощью ареометра. Ареометр показывает объёмную концентрацию этанола в смеси. Однако необходимо учитывать, что шкала ареометра рассчитана для растворов при температуре 20 °С. Для получения более точных значений можно воспользоваться специализированными таблицами (см. Таблицы для определения содержания этилового спирта в водно-спиртовых растворах)

Результаты

При дистилляции красного вина невозможно дистиллировать чистый этанол, а только смесь этанола и воды. Он имеет начальный состав около 96% этанола и 4% воды. Температура кипения этой смеси составляет 78,2 °С. Во время дистилляции также можно заметить, что температура кипения смеси повышается, из чего можно сделать вывод об изменении состава жидкого красного вина и пара. После этого доказательства воспламеняемости показывают, что дистиллированный спирт содержит более 40% этанола.

Дополнительное исследование ареометром позволяет уточнить результат. Объёмная доля этанола в растворе может достигать 70%.

Очистка и утилизация

Вино и спиртные напитки необходимо сохранить для дальнейших исследований.