

**«Әбілқас Сағынов
атындағы
Қарағанды техникалық
университеті» КЕАҚ**



**НАО «Карагандинский
технический университет
имени Абылкаса
Сагинова»**

ТРУДЫ

**Международной научно-практической конференции
«XVI Сагиновские чтения.
Интеграция образования, науки и производства»
Часть 3**

**«XVI Сағынов оқулары.
Білім, ғылым және өндіріс интеграциясы»
атты Халықаралық ғылыми-практикалық
конференциясының
ЕҢБЕКТЕРІ
3 - бөлім**

PROCEEDINGS

**International scientific and practical conference
«XVI Saginov readings.
Integration of education, science and production»
Part 3**



Қарағанды 2024

CO₂ – ЭКСТРАКЦИЯ – УНИКАЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА

Диаграмма фазового равновесия диоксида углерода (рис. 1.) наглядно демонстрирует условия существования каждой из его агрегатных форм. Кривая *AB* представляет линию кипения, *AC* – линию плавления, *BC* – линию критического давления. Точки *A* и *B* соответственно тройная и критическая. Отрезок *DA* кривой кипения одновременно является и сублимационной линией, в области которой диоксид углерода испаряется из твердого состояния, минуя жидкое.

Замкнутая кривая *ABC* ограничивает пространство существования жидкого диоксида углерода. В каждой точке внутри замкнутой кривой путем изменения одного из ведущих параметров (температуры или давления) или обоих одновременно можно достичь изменения фазового состояния и свойств жидкости (испарение, замерзание).

Ниже линии *DAB* диоксид углерода может существовать только в виде газа, а выше *DAC* – в виде снегообразной твердой массы.

Правее критической линии *BC* расположена сверхкритическая область. В отличие от докритической здесь изменением ведущих параметров в рамках выше критических нельзя добиться изменения фазового состояния. Повышением температуры или давления можно только получить газ в сжатом состоянии с определенными характеристиками. При этом меняется плотность сжатого газа, а с ней и ряд физических свойств последнего.

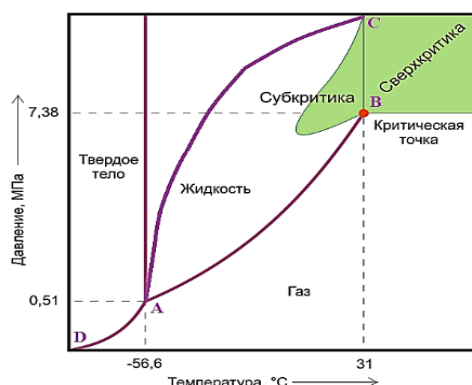


Рис. 1. Диаграмма фазового равновесия CO₂:
(*A* – тройная точка, *B* – критическая точка)

Из диаграммы фазового равновесия диоксида углерода следует, что данное вещество имеет довольно высокую тройную точку *A*. Ее характеризуют: $t_m = -56,57 \pm 0,01^\circ\text{C}$, $P_m = 518,6 \pm 3 \text{ кПа}$, $r_m = 1501 \pm 9 \text{ кг/м}^3$.

Критическая точка низка (В). Ее параметры: $t_{кр} = 31,05 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$, $P_{кр} = 7383 \pm 5 \text{ кПа}$, $r_{кр} = 468,16 \pm 3 \text{ кг/м}^3$.

При атмосферном давлении и комнатной температуре диоксид углерода существует только в виде газа. Под действием давления в области температур от $-56,6$ до $31,1^{\circ}\text{C}$ он легко сжижается. При охлаждении до температуры ниже тройной точки или дросселировании в области выше линии плавления он трансформируется в твердую снегообразную массу.

Жидкий диоксид углерода хорошо растворяется в спирте и эфире.

Жидкий диоксид углерода является избирательным растворителем средней силы для многих неполярных ароматических веществ (Francis, 1954). При этом действует известное правило, согласно которому подобное растворяется в подобном, растворимость неполярных соединений в одном и том же неполярном растворителе повышается соразмерно с ростом молекулярной массы растворяемого вещества и, наконец, малая способность растворения означает высокую селективность растворителя и наоборот. Стоит отметить и сорастворимость ряда веществ с заметной полярностью в растворах неполярных компонентов в жидком диоксиде углерода. Последнее явление широко используется в экстракционной технологии (Касьянов, Квасенков, 1998).

В приграничной области вокруг критической точки резко падает растворяющая способность диоксида углерода. Здесь, очевидно, действует условие, когда в переходный момент свойства жидкости уже исчерпали себя, а сжатый газ еще не обрел свойств рабочего агента в полной мере.

Для экстракции растительного сырья CO_2 используется в следующих состояниях:

- жидком докритическом при $t < t_{кр}$, $P < P_{кр}$;
- критическом $t = t_{кр}$, $P = P_{кр}$;
- жидком сверхкритическом $t < t_{кр}$, $P > P_{кр}$;
- газообразном сверхкритическом $t > t_{кр}$, $P > P_{кр}$.

Веществом в сверхкритическом состоянии называют вещество при температуре и давлении выше критической точки (определенной температурой $T_{кр}$ и давлением $P_{кр}$, при которых исчезает различие между жидкостью и газом). В критической точке плотность жидкости и её насыщенного пара становятся равны, а поверхностное натяжение жидкости падает до нуля, потому исчезает граница раздела фаз жидкость-пар.

Несмотря на то, что внешне вещество напоминает жидкость, в применении к нему сейчас используется специальный термин — *сверхкритический флюид* - *supercritical fluid* (от английского слова *fluid*, то есть «способный течь»). В современной литературе принято сокращенное обозначение сверхкритических флюидов — СКФ. В сверхкритическом состоянии способны находиться большое количество веществ, фактически переход в сверхкритическое состояние ограничен температурой разложения вещества.

Таким образом сверхкритическое состояние вещества-это состояние при температуре и давлении выше критических ($T > T_{кр}$, $P > P_{кр}$), в замкнутом объеме меньше критического ($V_{кр}$).

Одно из наиболее важных свойств сверхкритического состояния — это способность к растворению веществ.

Основными преимуществами сверхкритических флюидов как растворителей являются:

- сочетание свойств газов при высоких давлениях (низкая вязкость, высокий коэффициент диффузии) и жидкостей (высокая растворяющая способность);
- быстрый массоперенос, осуществляемый благодаря низкой вязкости и высокому коэффициенту диффузии;
- сочетание пренебрежимо малого межфазного натяжения с низкой вязкостью и высоким коэффициентом диффузии, позволяющее сверхкритическим флюидам проникать в пористые среды более легко по сравнению с жидкостями;
- высокая чувствительность растворяющей способности СКФ к изменению давления или температуры;
- простота разделения сверхкритических флюидов и растворённых в них веществ при сбросе давления.

В случае с температурой зависимость свойств флюида несколько более сложная — при постоянной плотности растворяющая способность флюида также возрастает, однако вблизи критической точки незначительное увеличение температуры может привести к резкому падению плотности, и, соответственно, растворяющей способности [1-5].

В сверхкритическом состоянии, как указано выше, вещество расширяется, занимая весь предоставленный объем подобно газу, но имеет высокую плотность, как у жидкости.

Применение углекислого газа позволяет полностью и в щадящем режиме отделять его от экстракта и материала - носителя в противовес классическим растворителям, выведение которых не всегда оказывается полным. Иными словами, экстракты, полученные при помощи данной методики, абсолютно свободны от растворителя.

Потребление энергии для регенерации растворителя во многих случаях меньше, чем при традиционной экстракции. А избыточное давление в системе предотвращает проникновение кислорода во время экстракции, что приводит к исключению процессов окисления.

Список использованных источников:

6. Kasyanov G.I. *Technology CO₂ - processing of vegetative raw materials (the Theory and practice). Thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences in the form of a scientific report.* - М.: Rosselkhozakademiya, 1994.
7. Zilfikarov IN, Chelombytko A.M., Aliev A.M. *Treatment of medicinal plant raw materials with liquefied gases and supercritical fluids. Monograph*, Pyatigorsk, 2007.
8. Kasyanov G.A. *Theory of gas-liquid technologies* // <http://krkgi.ru/glav/co2tech/extraction.htm>

Shakhista Ishniyazova, Anita Blija Improving the quality of higher education in Uzbekistan, within the framework of international erasmus+ projects.....	547
Zengin O., Bogdanova A.A. The essence and perspectives of CRISPR-CAS9 technology application.....	550
Акимбекова Б.Б., Карилхан А. Сульфидті кендердің селективті флотациясына реагенттердің әсері.....	552
Александров Н.К., Альшевский Д.Л., Устич В.И. Биотехнологические подходы к эффективной переработке коллагенсодержащего рыбного сырья.....	554
Алжаппарова Н.А., Усенова М.С., Панышина С.Ю., Ибраев М.К. Синтез и изучение третбутил-1-(пиразол-1-ил)бутан-2-она.....	556
Альшевская М.Н., Кочина А.А. Проектирование и разработка растительных аналогов кисломолочных продуктов.....	559
Артикова М.И., Рузиева З.А., Мирзаева Ш.У., Джураев Х.Ф. Со ₂ – Экстракция – уникальный процесс производства.....	561
Артикова М.И., Рузиева З.А., Мирзаева Ш.У., Джураев Х.Ф. Сжиженный и сжатый СО ₂ как растворитель.....	564
Бедо Е. П., Альшевская М.Н. Основные разработка рецептур мучных и кондитерских смесей с минимальным содержанием глютена и сахара.....	567
Демец О.В., Бакибаев А.А. Композиционный биоматериал на основе бетулина и гликолурила для лечения инфицированных ран и ожогов.....	569
Дербуш С.Н., Ибрайбеков Ж.Г., Акимжанова К.Т. Биотехнологические методы борьбы с вредителями овощных культур.....	571
Джакупова Д.М., Абуляисова Л.К. Мезогенді тиофен молекулаларының анизотропиясы.....	574
Досыбаев Г.Н., Ахметов А.Ж., Амиргалина А.Қ. Гигиеническая оценка условий труда работников, занятых на хлопковом производстве.....	577
Какенова М.Ж, Самбаева Д.А. Қоқыс полигондарынан алынатын биогаздың кейбір қолданыс жолдары және экологиялық-экономикалық ерекшеліктеріне шолу.....	580
Касьянов Г.И., Шило Н.М. Гравитационный метод обработки мяса и субпродуктов.....	583
Касьянов Г.И., Мостовой И.С. Использование декантеров для обработки рыбного сырья.....	585
Копбалина Қ.Б., Тұрдыбеков Д.М., Смирнов М. Б. Хинолизин алкалоидының туындысы молекуласының құрылымын кванттық химиялық зерттеу.....	587
Коржавина Ю.Н. Совершенствование технологии рыбных полуфабрикатов из объектов аквакультуры с использованием имитационного шпика.....	589
Коробов Д.А., Оралова А.Т. Разработка и исследование компонентного состава пищевых добавок для кормов кур.....	591