

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МАСЛА В РАСТВОРАХ

Канд. техн. наук **Б. Н. ГОНЧАРЕНКО**, **Г. К. РЫБАЛКО**,
Л. Н. ЗАЛУЦКАЯ

Киевский ордена Трудового Красного Знамени
технологический институт пищевой промышленности

Измерение концентрации растворов масла необходимо в процессе экстракции, например в дистилляционных установках, и при определении содержания масла в растворе, например при его титровании щелочью, для установления кислотного числа стандартным методом по ГОСТ 10858—77.

Методы определения масляности, применяемые в масло-жировой промышленности, регламентируются ГОСТ 10857—64 [1] и описаны в Руководстве ВНИИЖа [2].

В автоматизированном приборно-аналитическом комплексе определения кислотного числа масла в семенах подсолнечника [3] используется устройство для определения содержания масла в экстракте, основанное на зависимости поглощения микроволнового излучения от концентрации масла в растворе.

Для исследования зависимости поглощения СВЧ-энергии растворами масла в бензине (нефрасе, кипящем при 60 °С) была применена измерительная установка на базе Т-образного измерительного СВЧ-моста (рис. 1).

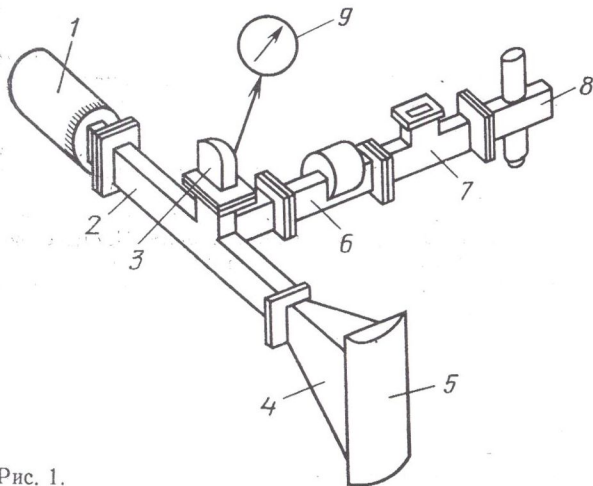
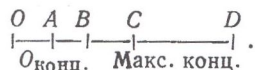


Рис. 1.

В установку входят короткозамкнутый поршень 1 с микрометрическим винтом (регулируемая нагрузка плеча моста), Т-образный мост 2, детекторная секция 3, рупор 4, измерительная камера 5 (нагрузка другого плеча моста), ферритовый вентиль 6, волноводная секция 7, источник СВЧ-энергии 8, индикатор 9.

Техника проведения исследований сводилась к следующему. При помощи поршня 1 установили минимальные показания индикатора 9, которые приняли за нуль отсчета затухания (точка О), но не за нуль отсчета концентрации (точка А).



Затем камеру 5 заполняли растворителем. При этом показания индикатора 9 увеличились до значения А на шкале и были приняты за нуль отсчета концентрации. При заполнении камеры 5 чистым подсолнечным маслом показания индикатора увеличились до значения С, которое было принято за максимум измерения концентрации — 100 %. Заполнение камеры раствором масла в растворителе при некоторой концентрации вызывало отсчет по шкале индикатора в промежуточной точке В между значениями А и С. Точка D соответствует наличию в измерительной камере чистой воды.

Таким образом, полезным участком на шкале индикатора является участок АВ, с целью увеличения чувствительности метода для подключения индикатора 9 к детекторной секции 3 использован измерительный усилитель, стабилизированный глубокой обратной отрицательной связью.

На рис. 2 показаны результаты исследования на описанной установке образцов мисцеллы, полученных с Винницкого масло-жирового комбината. Концентрация масла в образцах составляла 0 % [1], 43,4 % [2], 80,2 % [3], 85,5 % [4], а показания индикатора были соответственно 1,25 В (точка А), 2,0 В, 2,8 В, 2,95 В (точка В).

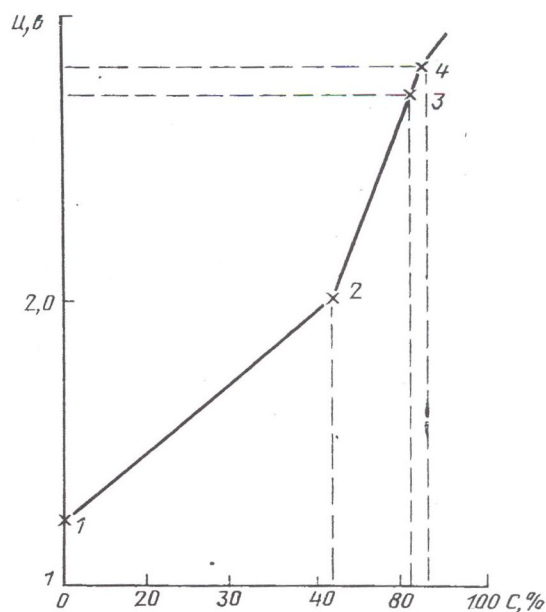


Рис. 2.

Таким образом, в данном случае при высоких концентрациях растворов масла (мисцелл) максимальный полезный сигнал после детектора (участок АВ) составил 1,7 В без усилителя.

Мисцелла, получаемая в лабораторных условиях из семян подсолнечника, при определении кислотного числа масла в семенах стандартным методом по ГОСТ 10858—77 не имеет такой высокой концентрации, и ее значение ограничивается 20 %. Поэтому для исследования реальных и модельных мисцелл небольшой концентрации измерительная установка на базе Т-образного моста была дополнена измерительным усилителем, который обеспечивал необходимую чувствительность. Использование в установке серийного микрокалькулятора типа МК-64 для обработки результатов измерений и линеаризации зависимости напряжения на выходе детектора от концентрации мисцеллы позволило превратить установку в микроволновой анализатор количества масла в мисцелле (рис. 3).

В схему микроволнового анализатора входят следующие основные узлы и блоки: генератор СВЧ-колебаний 1, ферритовый вентиль 2, волноводный Т-мост 3, измерительная камера 4, нагрузочный согласующий элемент 5, электро-

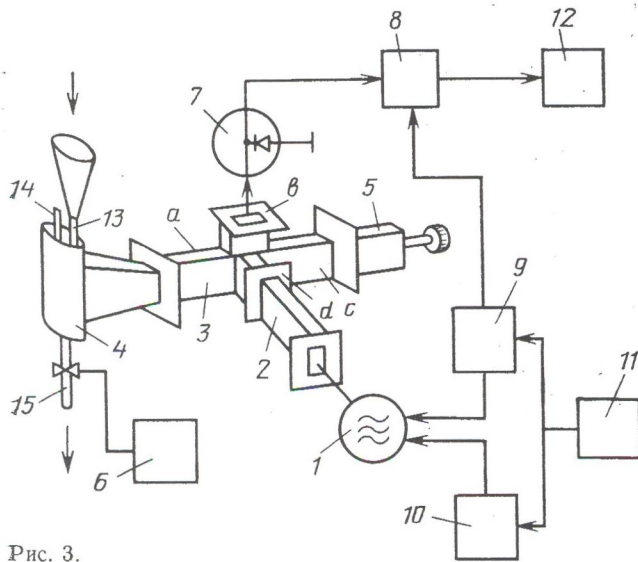


Рис. 3.

магнитный клапан 6, детекторная секция 7, измерительный усилитель 8, преобразователь напряжения 9 для питания усилителя и управляющего электрода генератора 1, преобразователь напряжения 10 для питания генератора 1, сетевой стабилизатор напряжения 11, микрокалькулятор 12, воронка 13 для наполнения камеры 4, штуцер 14 для удаления пузырьков воздуха, штуцер 15 для сливания мисцеллы.

Микроволновой анализатор концентрации мисцеллы может работать как в автономном режиме, так и в составе приборно-аналитического комплекса определения кислотного числа масла.

При измерениях мисцелла объемом не менее 20 мл заливается через воронку 13 в измерительную камеру 4. С детекторной секции 7 снимается напряжение, пропорциональное концентрации мисцеллы, и через усилитель 8 подается на программируемый микрокалькулятор 12, на табло которого высвечивается значение концентрации измеряемой мисцеллы в процентах или в граммах в зависимости от программы, предварительно введенной в калькулятор. Мисцелла сливается из камеры 4 через штуцер 15 при включении электромагнитного клапана 6.

В качестве генератора 1 сверхвысокочастотных колебаний используется серийно выпускаемая лампа обратной волны с длиной волны 3 см. Эта лампа является основным элементом, определяющим работу анализатора.

Для передачи СВЧ-колебаний от генератора к измерительной камере служит высокочастотный тракт. Он состоит из ферритового вентиля 2, волноводного Т-моста 3, согласующего элемента 5 и детекторной секции 7.

Ферритовый вентиль отделяет генератор от отраженной измерительной частью волны. Он пропускает СВЧ-колебания от генератора к измерительной камере с минимальным ослаблением, а отраженную волну ослабляет в 10 раз.

Волноводный мост имеет входное плечо *d*, детекторное *в* и два измерительных *a* и *с*. Плечо *a* нагружено измерительной камерой 4, а плечо *с* — согласующей секцией 5, при помощи которой устанавливается равенство нагрузок в плечах *a* и *с* при пустой камере, что фиксируется по отсутствию напряжения на детекторе 7.

Измерительная камера 4 представляет собой резервуар, у которого задняя, цилиндрическая, стенка, дно и верх камеры выполнены из латуни.

Измерительный усилитель 8 предназначен для усиления сигнала, снимаемого с детекторного диода 7, и согласования его со входом микрокалькулятора 12.

Волноводный Т-образный мост является одним из составных узлов микроволнового анализатора. Высокочастотная энергия от генератора СВЧ-колебаний 1 через ферри-

товый вентиль 2 поступает через плечо *d* на волноводный Т-мост, в плечах *a* и *с* которого (соответственно в измерительной камере 4 и нагрузочном элементе 5) образуются стоячие волны. При равенстве нагрузок в плечах *a* и волноводного моста в плече *в* напряжение минимально что фиксируется детектором 7. Это условие возникает когда измерительная камера заполнена растворителем. Если камера заполняется мисцеллой, то происходит разбалансировка моста, что тоже фиксируется детектором по увеличению напряжения. Разность напряжений между показаниями индикатора 9 после детектора 7 при камере, заполненной последовательно растворителем и мисцеллой, соответствует концентрации мисцеллы.

Результаты исследования зависимости напряжения *U* на выходе измерительного усилителя 8 от концентрации модельных растворов масла в хлороформе показаны при десятикратном усреднении на графике (рис. 4), который является градуировочной кривой анализатора.

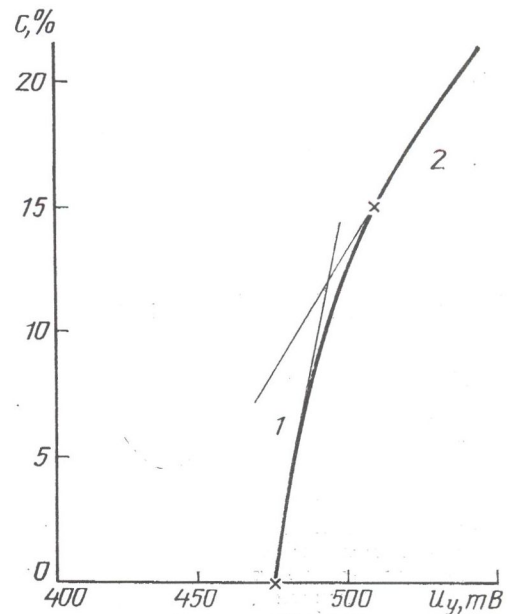


Рис. 4.

Как видно, градуировочная кривая нелинейна и приближенно может быть представлена двумя прямолинейными участками или степенной зависимостью. Уравнения линейных участков 1 и 2, полученные по методу наименьших квадратов, имеют вид

$$C_1 = -265,555 + 555555U_x,$$

$$C_2 = -102,95 + 230000U_x,$$

где U_x — напряжение на выходе измерительного усилителя, полученное при исследовании мисцеллы неизвестной концентрации, В.

Вывод

Найдена и использована функциональная связь затухания микроволнового излучения и концентрации раствора масла в виде выходного напряжения микроволнового анализатора.

симось, имеющую нелинейный характер, можно лмирывать при обработке результатов измерения я на микрокалькуляторе в виде прямолинейных в или в виде степенного ряда.
льзование микроволнового анализатора для опре- и концентрации масла в растворах требует метро- кого обеспечения его.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 10857—64. Семена масличные. Методы определения масличности. — М.: ГК СССР по стандартам, 1980.
2. Руководство по методам исследования, технокимическому контролю и учету производства в масло-жировой промышленности / [редкол.: Г. В. Зарембо и др.]. — Л.: ВНИИЖ, 1967. — Т. I., кн. 1 и 2.
3. А. с. 1201768 (СССР), — Б. И., 1985, № 48.