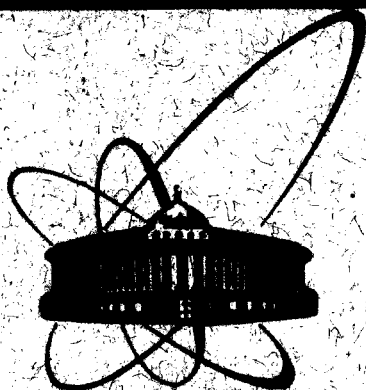


89-750



СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

В 93

13-89-750

С.Высоквил, К.Гладил<sup>1</sup>, Я.Ион,  
П.Малински<sup>2</sup>

МИНИАТЮРНЫЙ ВАКУУМНЫЙ РОТАЦИОННЫЙ  
УПАРИВАТЕЛЬ MIVAROTEP 1/20

<sup>1</sup>Институт техники приборостроения ЧСАН, Брно, ЧССР

<sup>2</sup>Политехнический институт, Прага, ЧССР

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Для изучения свойств короткоживущих элементов в последнее время, как правило, используют установки, работающие в режиме он-лайн, типа ISOLDE. В ОИЯИ для этих целей на пучке синхроциклотрона создан экспериментальный комплекс ЯСНАПП-2. Но даже после введения в строй этого сооружения эксперименты в режиме офф-лайн не теряют своего значения именно потому, что на пучках ЯСНАПП-2 можно будет изучать только изотопы, образовавшиеся в реакции глубокого расщепления материала мишени протонами с энергией 660 МэВ. Для изучения всех остальных типов изотопов (нейтрон-избыточные, актиниды и другие) придется и в дальнейшем пользоваться офф-лайн техникой. Поэтому целесообразно заниматься дальше усовершенствованием методики измерений, проводимых в режиме офф-лайн.

Один из самых важных факторов, лимитирующих измерение изотопов с короткими временами полураспада, — время приготовления образца. В этой операции обычно бывает самая длительная часть — химическая сепарация. Сепарацию часто можно наладить так, чтобы затраченное время не превышало нескольких десятков минут, поэтому оказывается очень важным сокращение потерь времени вне сепарации.

Для приготовления измеряемых образцов обычно необходимо сепарированный изотоп упарить до объема нескольких капель. Это упаривание обычно представляет собой одну из самых длительных операций. Если речь идет об упаривании десяти или больше миллилитров раствора, время, затраченное на упаривание, может (для быстрых сепарационных методов) и превысить время химической сепарации.

Для ускорения упаривания и концентрирования присутствующих в растворах элементов в аналитических целях при изучении окружающей среды обычно пользуются так называемым "вакуумным ротационным упаривателем". Этот прибор комбинирует упаривание при повышенной температуре и пониженном давлении с увеличением поверхности упариваемой жидкости за счет вращения колбы с раствором. При этом раствор смачивает стенки колбы и испарение происходит с поверхности, равной общей поверхности стен колбы, которая в несколько раз больше поверхности жидкости при статическом упаривании. Все это приводит к существенному ускорению упаривания. А так как упаривание никогда не ведется досуха, потери изотопов в его процессе минимальны.



Рис. 1

Приборы такого типа производятся коммерчески разными фирмами как в странах СЭВ (например, объединение "Полон", Польша), так и в капстранах (например, в ФРГ — Heidolph Electro GmbH & Co KG). Единственная проблема с использованием фирменных приборов для приготовления спектрометрических образцов заключается в том, что они рассчитаны на упаривание больших объемов для применения в биологии и химии окружающей среды. Их конструкция обычно позволяет упаривать объемы в диапазоне 100-1000 мл.

В связи с этим был создан показанный на рис. 1 миниатюрный прибор MIVAROTEP 1/20, обеспечивающий концентрирование изотопов из растворов объемом от 1 до 20 мл.

## 2. КОНСТРУКЦИЯ УПАРИВАТЕЛЯ

MIVAROTEP 1/20 состоит из пяти блоков:

- 1) вращающее устройство;
- 2) стеклянные детали (колбы, холодильник);

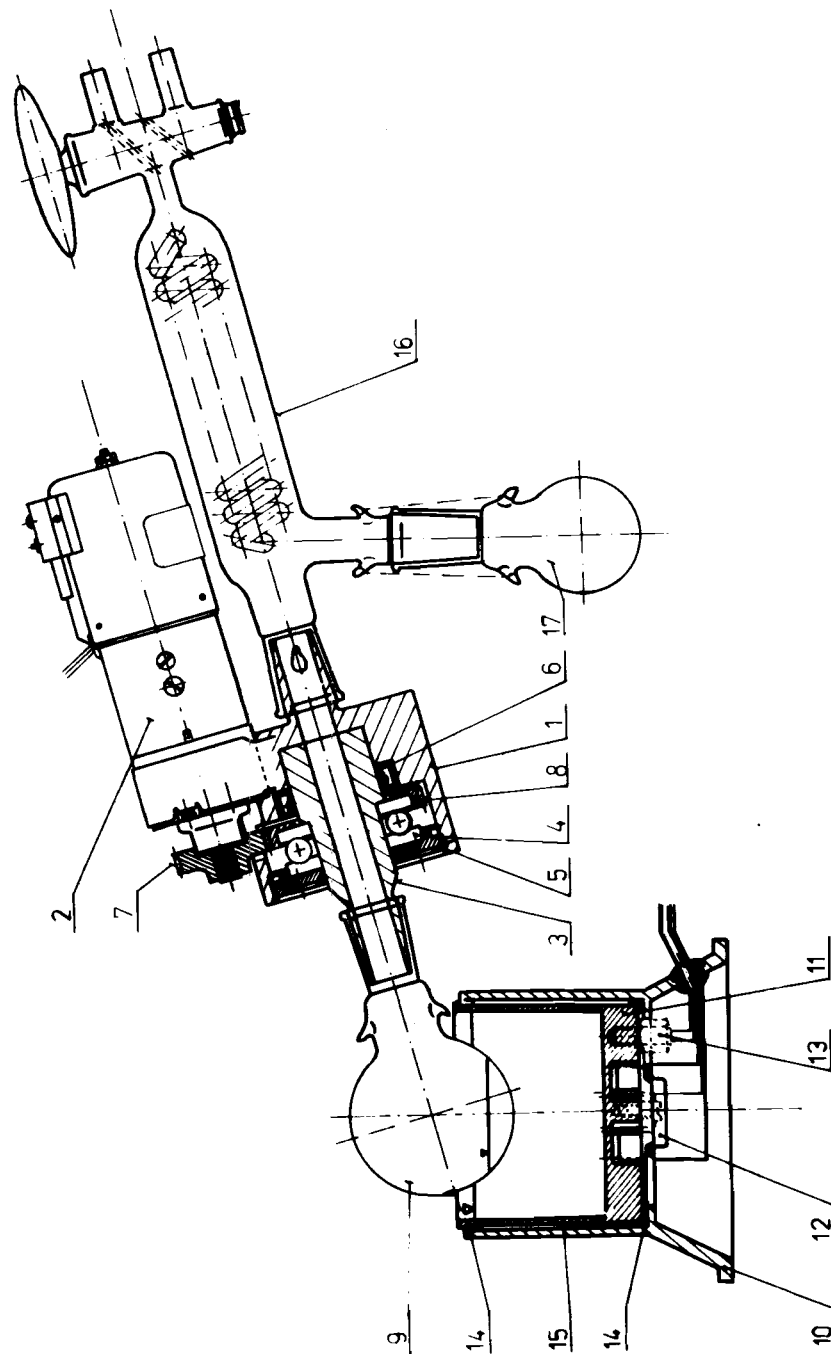


Рис. 2

- 3) водяная баня для поддержания повышенной температуры;
- 4) электронное управление;
- 5) блок питания.

Общий вид прибора приведен на рис. 2. Вращающее устройство (1-8) обеспечивает вращение колбы упаривателя при соблюдении вакуумной плотности прибора. К нему с помощью шлифов присоединены стеклянные детали — холодильник (16), колба упаривателя (9) и колба для конденсата (17). Один из выходов холодильника присоединен к вакуумной линии (например, водяной насос), второй служит для подачи атмосферного давления после окончания упаривания. Водяной пар, испаренный с поверхности, частично уносится по вакуумной линии и частично конденсируется в холодильнике (16), затем последовательно собирается в колбе (17) для конденсата. Электронное управление делает возможным контроль за температурным режимом водяной бани и за скоростью вращения.

### 2.1. Вращающее устройство

Вращающее устройство (см. рис. 2) является основной частью прибора. Оно выполняет две функции — вращение колбы упаривателя (9) и вакуумно-плотное соединение этой колбы с холодильником. Корпус прибора изготовлен из блока фторопласта и состоит из трех частей. Первая — статор прибора (1) с шлифом для присоединения холодильника и гнездом для крепления двигателя (2). Два сменных ротора (3) отличаются друг от друга только размером шлифа для присоединения колбы упаривателя (9): для колб объемом 3-10 мл — шлиф номер 10, для колб объемом 10-50 мл — шлиф номер 14,5. Ротор (3) установлен в статоре (1) с помощью упорного подшипника (4) (номер 8204) и закреплен гайкой (5). Вакуумное уплотнение обеспечивает сальник (6). Перенос вращения двигателя на ротор (3) осуществлен с помощью двух шестерней, первая (7) крепится на ось двигателя (2), вторая — на ту часть подшипника (4), которая плотно связана с фторопластовым ротором (3) прибора.

### 2.2. Стеклянные детали

Прибор в основном исполнении снабжен набором колб (9), указанных в табл. 1. Все детали (колбы и холодильник) изготовлены из стекла марки СИМАКС. При выборе колб с объемом больше или меньше 10 мл надо заменить также на соответствующий ротор вращающего устройства. Приведенный набор колб подходит для упаривания жидкостей с объемом примерно в диапазоне от 1 до 20 мл.

Таблица 1. Набор колб для MIVAROTEP 1/20

Объем (мл)	Количество (штук)	Шлиф (номер)
3	2	10
5	3	10
7	5	10
10	5	10
10	3	14.5
15	2	14.5
25	3	14.5
50	2	14.5

### 2.3. Водяная баня

Водяная баня обеспечивает подогрев упариваемой жидкости и поддержание ранее заданной температуры. Корпус водяной бани состоит из двух концентрических частей: наружная часть (штатив) (10) и внутренний сосуд (11) с присоединенным транзистором (12) для подогрева и термистором (13) для поддержания температуры и управления подогревом. Обе части соединены с помощью фторопластовых шайб (14). Тепловая изоляция внутреннего сосуда выполнена из асбестового волокна (15).

### 2.4. Электронное управление

Электронное управление выполняет две основные для работы описываемого прибора функции:

1) регулировка и стабилизация температуры водяной бани в диапазоне от 40 до 98°C;

2) регулировка скорости вращения колбы испарителя в пределах от нуля до 85 оборотов в минуту.

Для обеспечения этих функций была разработана электронная система, схема которой показана на рис. 3.

Энергия для нагрева водяной бани получается от мощного транзистора KD 503, присоединенного к сосуду (11) водяной бани. Рядом с транзистором KD 503 установлен термистор (RT-1k5), который выполняет функцию индикатора температуры. Температуру водяной бани можно выбирать в диапазоне от 40 до 98°C потенциометром P1. Тер-

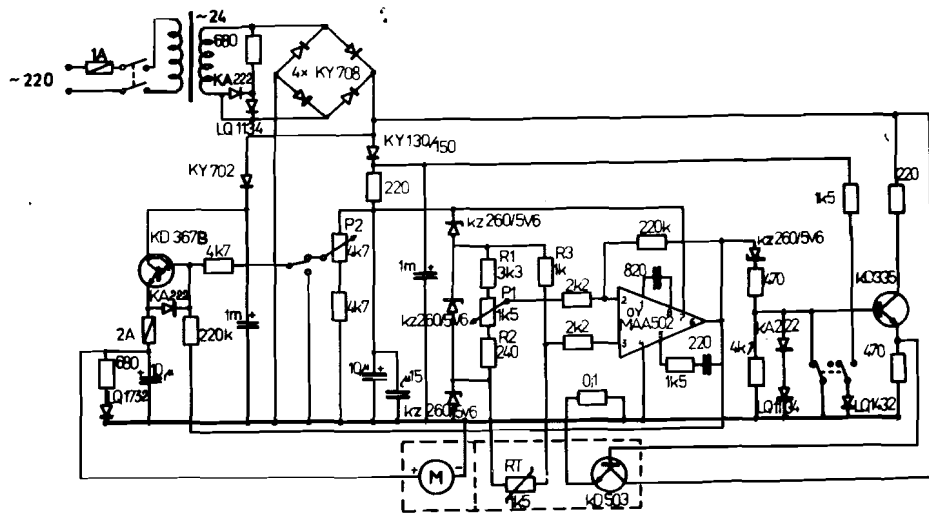


Рис. 3

мистор RT с потенциометром P1 и сопротивлениями R1, R2 и R3 образуют мост. Электрическое напряжение в поперечном плече этого моста, возникшее при изменении значения сопротивления RT в зависимости от температуры, усиливается операционным усилителем (ОУ) МАА 502. Выходное напряжение ОУ управляет током транзистора KD 503, который нагревает водяную баню. При включении нагрева водяная баня нагревается с максимальной мощностью 100 Вт. Когда температура достигает нужного уровня, ток транзистором KD 503 автоматически уменьшается на величину, соответствующую тепловым затратам водяной бани. Индикация достижения желаемой температуры происходит люминесцентным диодом LQ 1134. Температура воды в водяной бане стабилизируется с точностью  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

Электрический двигатель (М) для вращения колбы испарителя получает энергию из регулируемого источника напряжения — транзисторной сборки KD 367В. Скорость вращения колбы испарителя регулируется потенциометром P2 в диапазоне от нуля до 85 оборотов в минуту.

### 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Эффективность нового упаривателя MIVAROTEP 1/20 оценивалась путем сравнения скорости упаривания дистиллированной воды в тестируемом приборе и скорости упаривания того же объема воды под инфра-

Таблица 2. Сравнение времен упаривания дистиллированной воды в приборе MIVAROTEP 1/20 и в открытом сосуде под инфралампой

жидкости (мл)	Объем колбы (мл)	Время упаривания в минутах	
		MIVAROTEP 1/20	Инфралампа
1	3	3	5
	5	2	
2	5	3	10
	7	2,5	
3	7	4	13
	10	3	
4	10	5	15
	15	4,5	
5	15	7	18
7	25	6,5	23
10	25	10	26
	50	10	
15	50	12	36
20	50	15	45

лампой в открытом стеклянном сосуде соответствующего размера. Результаты сравнения приведены в табл. 2.

Из указанных результатов можно заключить, что описываемый прибор MIVAROTEP 1/20 существенно ускоряет времяемкий процесс упаривания растворов. Его применение является целесообразным в ходе приготовления образцов для спектрометрических измерений.

Рукопись поступила в издательский отдел  
3 ноября 1989 года.