

Барашенков В.С. и др.

+

Б1-14-8802.



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

C 350

Б-245

2566/75

Б1-14-8802

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 19 75

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

В.С.Барашенков, С.П.Третьякова, А.П.Фатина

Б1-14-8802

ПРИМЕНЕНИЕ ЯДЕРНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ
ВОДЫ В СИСТЕМЕ КОММУНАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

17 апреля 75

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Дубна, 1975

А Н Н О Т А Ц И Я

Рассмотрены возможности применения ядерных фильтров в процессе очистки воды, используемой для питьевых и технических нужд в системе коммунального водоснабжения. При очистке речной воды ядерные фильтры быстро забиваются и могут применяться лишь при наличии непрерывного поверхностного смыва.

Показано, что ядерные фильтры также могут использоваться для бактериологического контроля качества воды.

Воды поверхностных источников, используемые для централизованного водоснабжения, характеризуются бактериальными загрязнениями, повышенной мутностью и значительной цветностью. Поэтому такие воды должны пройти специальную очистку, чтобы удалить все видимые невооруженным глазом живые организмы и механические взвеси (для этого требуются фильтры с порами $\sim 10 \text{ мк}$). Кроме того, вода должна удовлетворять определенным требованиям ГОСТа по бактериальной зараженности: общее число бактерий при высеве 1 мл питьевой воды, определяемое числом колоний после суточного созревания при 37°C , должно быть не более 100, а количество кишечных палочек не более трех на 1000 мл воды.

Одним из основных элементов используемого в настоящее время процесса очистки воды является фильтрация сквозь песчано-антрацитовые фильтры, с помощью которых можно достичь хорошей очистки от всех видимых невооруженным глазом взвесей. Недостатком этих фильтров являются их большие габариты и необходимость дополнительной обработки воды для ее бактериологической очистки (хлорирование, использование бактерицидных ламп и т.д.).

Разработанные и изготавливаемые в настоящее время в ЛЯР ОИЯИ на основе тонких ($\sim 10 \text{ мк}$) полимерных пленок ядерные фильтры характеризуются высоким качеством фильтрации, благодаря однородным и строго контролируемым размерам пор при высокой пропускной способности^{*}). Используемые с подложками эти фильтры

^{*}) 1 м² ядерного фильтра с размером пор 5 мк при разности входного и конечного давлений $P=1 \text{ атм}$ способен пропустить до 400 м³ чистой воды в час. Пропускная способность ядерного фильтра с диаметром пор 1 мк в аналогичных условиях составляет 100 м³/час. Увеличение входного давления вдвое увеличивает эти расходы приблизительно в 2,5 раза. Однако, пропускная способность сильно зависит от степени загрязненности воды (см. ниже).

обладают достаточно высокой механической прочностью (они выдерживают перепады давления вплоть до 10 атм. и более), допускают многократную регенерацию, устойчивы по отношению к воздействию микроорганизмов /1-3/.

Все это позволяет рассчитывать на то, что ядерные фильтры окажутся весьма эффективными в применении к очистке питьевой и технической воды в системе коммунального водоснабжения.

Целью нашей работы было получить представление о возможностях такого использования ядерных фильтров с тем, чтобы оценить перспективность дальнейших научно-технических работ в этом направлении.

Выбирая соответствующие размеры пор, можно получить различную степень очистки воды, вплоть до полной ее биологической стерилизации (при $d = 0,2$ мк от бактерий, при меньших значениях d и от вирусов); однако, с уменьшением диаметра пор значительно снижается пропускная способность фильтра и увеличивается их забивание (заиление), поэтому в каждом конкретном случае должна выбираться некоторая "оптимальная степень" очистки.

На рис.1 показаны типичные микрофотографии проб волжской воды, взятых до песчано-антрацитового фильтра. (Пробы брались из отстойника непосредственно перед фильтром, схема процесса фильтрации волжской воды показана на рис.2). Отчетливо видны взвеси с размерами 20-80 мк. На этом же рис.приведена микрофотография средней пробы воды после песчано-антрацитовых фильтров с отдельными остаточными взвесями. Для такой очистки воды вполне достаточны ядерные фильтры с диаметром пор $d \approx 10$ мк. Если использовать при этом тот же перепад давления $\Delta P = 0,4$ атм,

что и в действующей системе водоочистки, то максимальная пропускная способность, которую можно ожидать от 1 м^2 ядерного фильтра (т.е. расход воды при полном отсутствии забивания), будет составлять около $200 \text{ м}^3/\text{час}$.

Для того, чтобы установить забиваемость ядерных фильтров по отношению к фильтруемой волжской воде, что является одним из основных показателей при использовании этих фильтров, мы рассмотрим значительно более "жесткие" условия, когда фильтрация производится сквозь ядерный фильтр с размерами пор $d = 2,5 \text{ мк}$.

Схема установки, с помощью которой производились измерения приведена на рис.3. Фильтрующая пленка располагалась между двумя металлическими сетками перпендикулярно струе фильтрующей жидкости.

На рис.4, где показана зависимость скорости фильтрации от времени, видно, что пропускная способность ядерного фильтра быстро уменьшается и уже через $t = 1$ мин составляет лишь малую часть начальной (участок а - в). Это связано с тем, что в отличие от других типов фильтров ядерные фильтры почти не накапливают внутри себя отфильтрованных взвесей, которые остаются практически целиком на поверхности фильтра (например, см. микрофотографии процесса фильтрации в обзоре /1/) и быстро забивают его поры.

Вместе с тем, такая особенность ядерного фильтра позволяет использовать смыв для очистки его поверхности и восстановления пропускной способности.

Заметная очистка фильтра, увеличивающая пропускную способность в несколько раз, происходит уже при простом смывании его поверхности фильтрующей водой (практически без какого-либо дав-

ления; см. участок в-с на рис. 4). При многократном повторении такого смыва пропускная способность каждый раз восстанавливается приблизительно до одного и того же уровня.

Хорошая очистка поверхности фильтра достигается с помощью струи жидкости под небольшим давлением (для этого мы использовали небольшую резиновую грушу). Пропускная способность фильтра при этом восстанавливается до величины, близкой к первоначальной. Это происходит при каждом последовательном смыве (рис. 5) и указывает на то, что с помощью ядерных фильтров можно получить высокую производительность фильтрации весьма загрязненной воды открытых источников, если в процессе фильтрации осуществлять непрерывный смыв отделяемых взвесей, используя для этого часть подающейся для фильтрования жидкости.

Практически полное очищение фильтра происходит при кратковременном противотоке (участок с- d на рис. 4), однако очень быстрое последующее забивание фильтра (за время $t = 1$ мин) делает такой способ очистки нерациональным.

Как уже отмечалось выше, с помощью ядерных фильтров, имеющих диаметры пор $d = 0,2$ мк, можно произвести бактериологическую очистку воды (такие фильтры целесообразно использовать вторым каскадом, после того, как выполнена очистка от более крупных механических примесей). При давлении $\Delta P = 0,4$ атм и непрерывной очистке поверхности производительность 1 м^2 такого фильтра составит около $7 \text{ м}^3/\text{час}$. Увеличение перепада давления на фильтре P до 4 атм увеличивает выход очищенной воды приблизительно в пять раз.

Однако, даже частичное бактериологическое очищение вод в коммунальном водоснабжении (при больших значениях d) позволит

снизить нормы хлорирования.

Бактериологическая очистка представляет большой интерес также для артезианских вод, загрязненность которых механическими взвешями, как правило, весьма незначительна и не требует специальной очистки; вместе с тем эти воды - особенно вблизи открытых водоемов, больших производственных и сельскохозяйственных предприятий - могут иметь значительную бактериальную загрязненность.

В системе коммунального водоснабжения, а также в пищевой и ряде других отраслей промышленности выполняется постоянный контроль за бактериальной загрязненностью воды, в частности - за присутствием в воде кишечной палочки, которая, играя роль индикатора, дает представление о степени заражения воды патогенным микроорганизмами. При таком контроле определенный объем анализируемой воды пропускается сквозь фильтр, который затем помещается в бактериально питательную среду и термостатируется. Подсчет числа развившихся на поверхности фильтра колоний бактерий и их тип позволяет судить о бактериальной загрязненности воды.

Поскольку практически все задержанные ядерными фильтром микрообъекты остаются на его поверхности, этот фильтр более эффективен для целей выделения и анализа микроорганизмов, чем другие используемые сейчас типы фильтров. Этому способствует также высокая пропускная способность ядерного фильтра, позволяющая профильтровать большие объемы воды и получить более надежные результаты.

Опыты по применению ядерных фильтров для микробиологических анализов на Дубненской очистительной станции подтверждают

эти выводы. *)

То обстоятельство, что ядерные фильтры имеют одинаковые и строго контролируемые по размеру поры, позволяет использовать их для быстрой сепарации и последующего микроскопического определения типа различных микроорганизмов.

Таким образом представляется весьма перспективным использование ядерных фильтров для очистки и контроля качества больших количеств питьевой и технической воды в системе коммунального водоснабжения. Вполне оправданы дальнейшие работы в этом направлении, в частности - изучение и конструирование различных типов фильтродержателей со смывом, обеспечивающих большой выход отфильтрованной воды.

В заключение мы пользуемся случаем поблагодарить В.Л.Карповского, В.Е.Крупенина, А.О.Савельеву, М.В.Полбенникову за обсуждения, советы и помощь.

*) ~~Использовались~~ фильтры с диаметром пор $d = 0,5 \mu\text{м}$ и стандартное лабораторное оборудование с откачкой, применяемое на водоочистительных станциях.

При стерилизации фильтров кипячением для предотвращения их скручивания (напомним, что фильтры представляют собой пленку толщиной около $10 \mu\text{м}$) необходимо помещать их в простой плексигласовый или металлический держатель.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1. Микрофотографии проб волжской воды до песчано-антрацитовых фильтров (А,Б) и после (В). Увеличение в 300 раз.

Рис.2. Технологическая схема очистки волжской воды.

- 1 - станция водозабора
- 2 - смеситель
- 3 - осветитель (отстойник)
- 4 - песчано - антрацитовый фильтр

Рис.3. Установка для изучения забиваемости ядерного фильтра

- 1 - баллон с газом, создающий перепад давления на фильтре
- 2 - вентили
- 3 - буферная емкость
- 4 - манометр
- 5 - емкость для воды
- 6 - ядерный фильтр
- 7 - мерная емкость

Рис.4. Зависимость скорости фильтрации от времени

Участки: а-в - смыв не производился

в-с - двукратный смыв поверхности фильтра

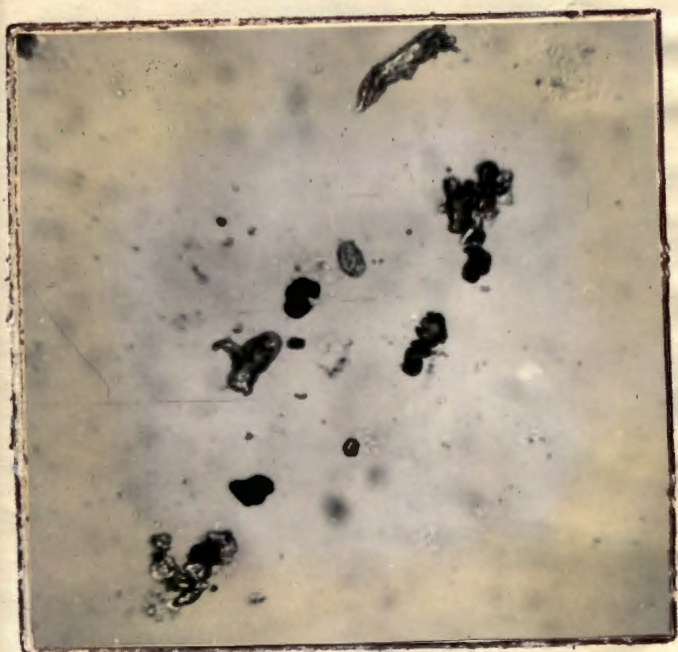
с-д - смыв проливотоком при $p = 0,38$ атм

Рис.5. Зависимость скорости фильтрации от времени. Повторные смывы производились струей под давлением

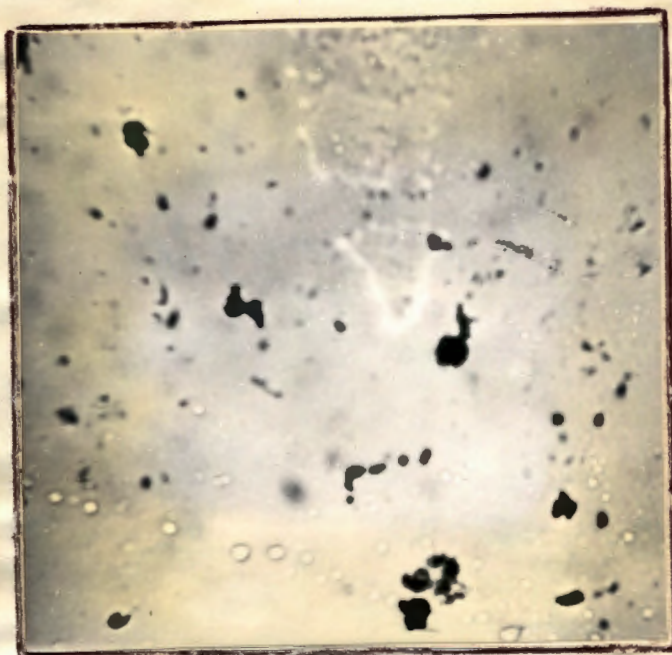
Т.С.

М.С.

В.С.



A



Б



B

рис. 1

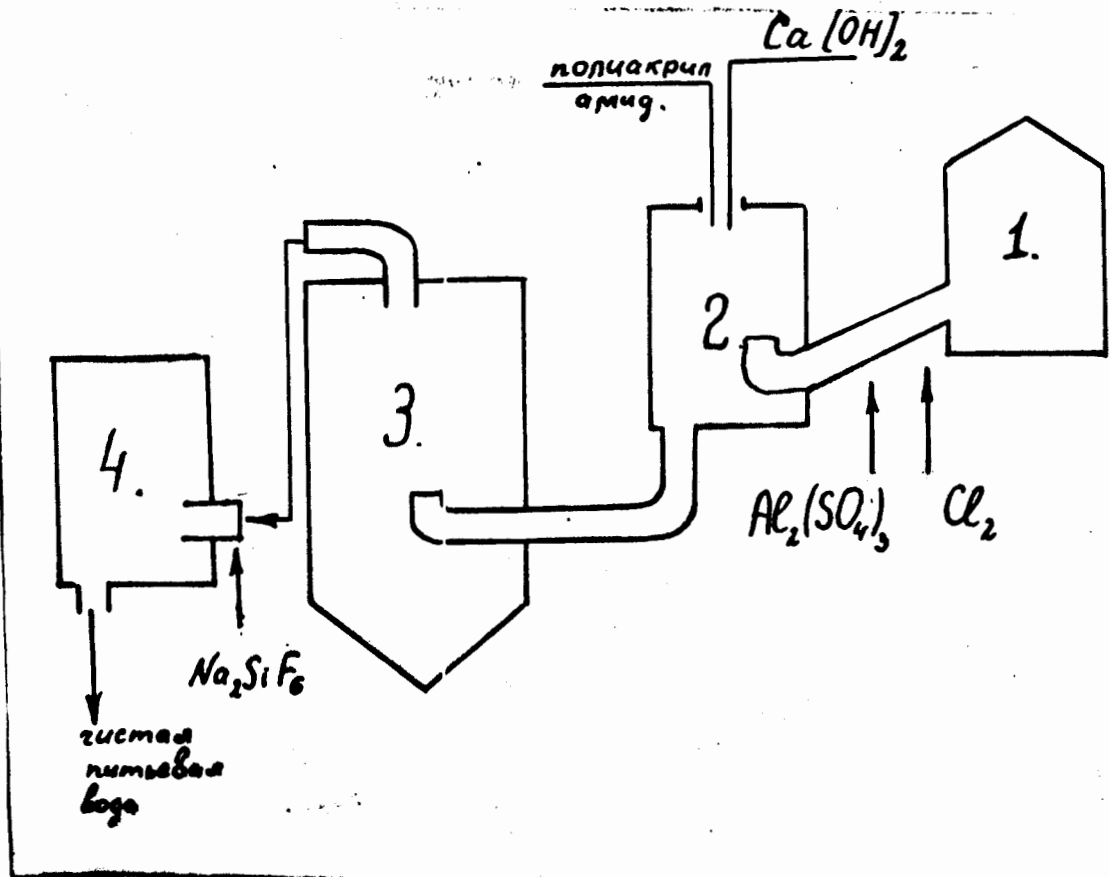


рис. 2

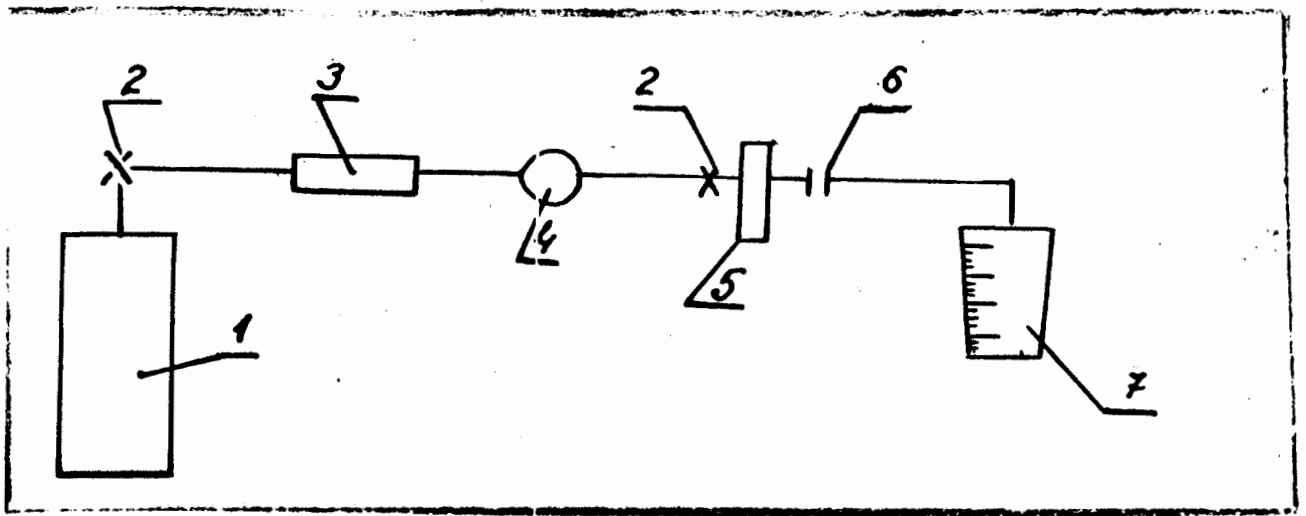


рис. 3

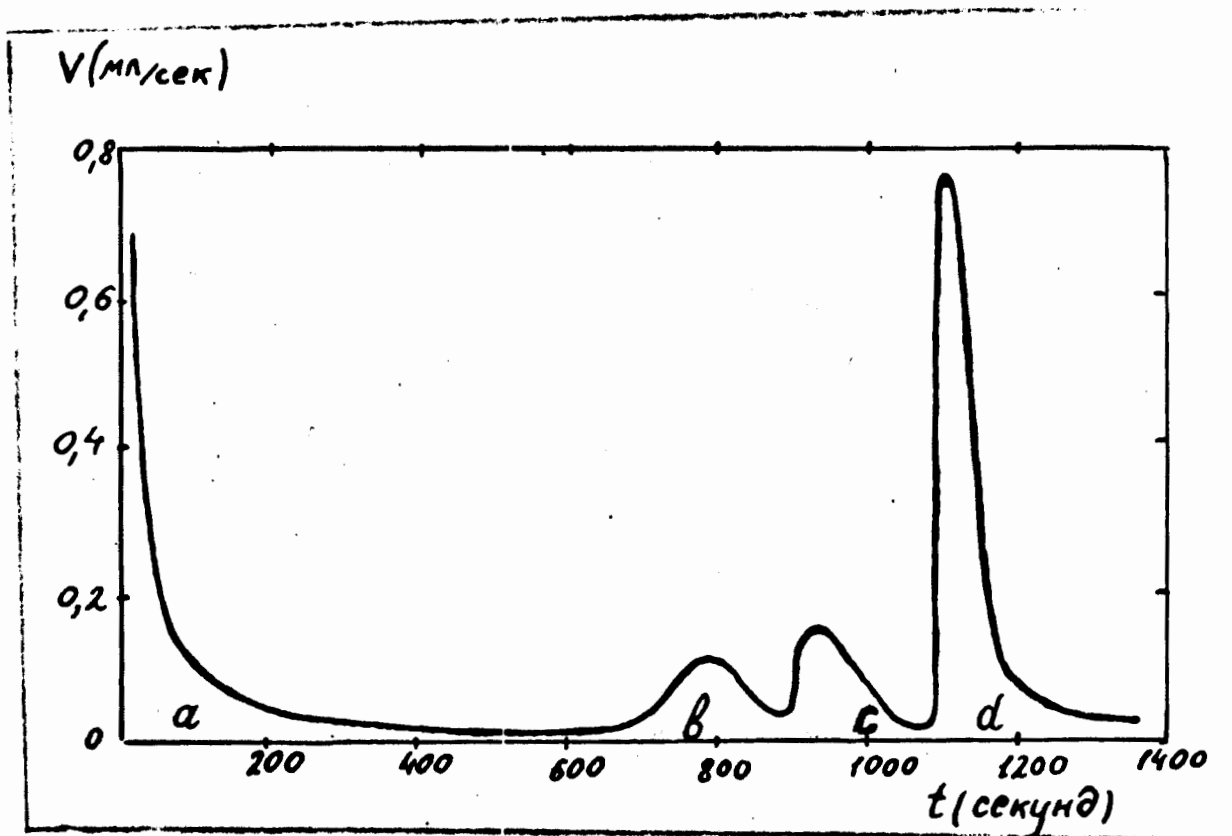


рис. 4

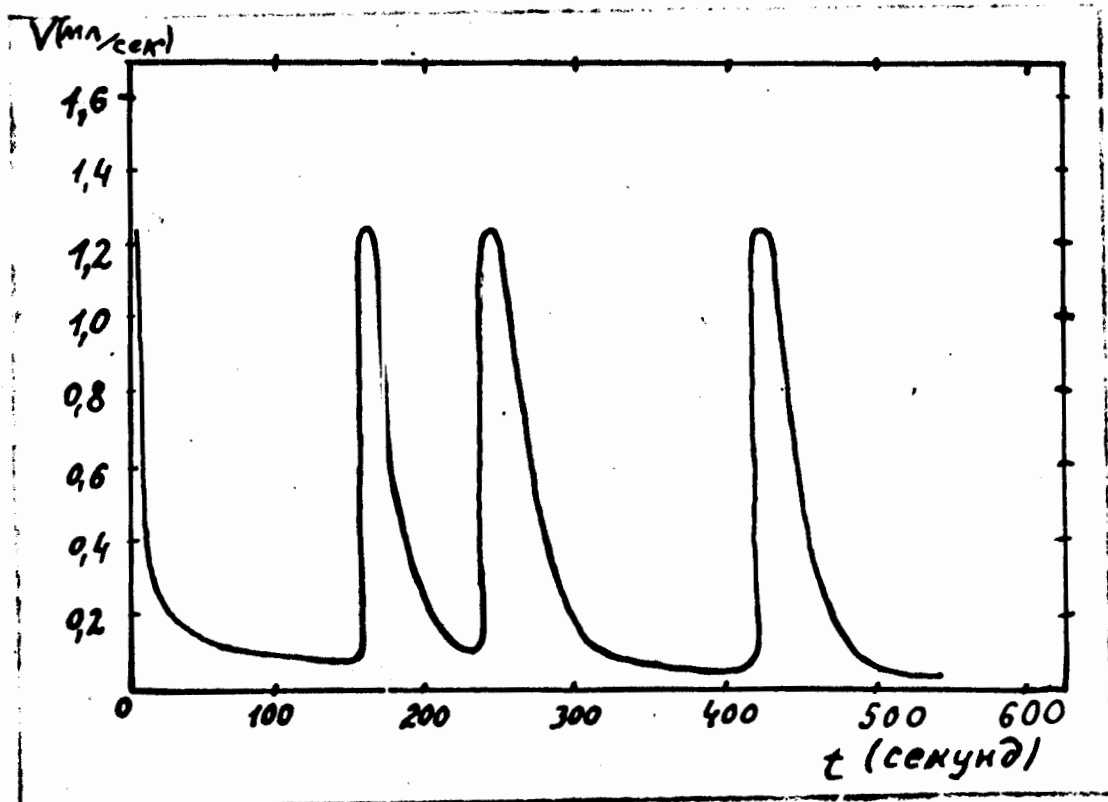


рис. 5

ЛИТЕРАТУРА

1. Г.Н.Флеров, В.С.Барашенков. УФН 114, 361 (1974)
2. В.С.Барашенков, В.А.Кузнецов, К.П.Полянин, Л.А.Петров, С.П.Третьякова, Г.Н.Флеров, А.Е.Шамыкаев. Депонированная публикация ОИЯИ Б1-14-7857, Дубна, 1974
3. Г.Н.Акапьев, В.С.Барашенков, Л.Н.Евдокимова, Ю.И.Завальский, В.А.Кузнецов, Л.А.Петров, К.П.Полянин, Л.И.Самойлова, С.П.Третьякова, Г.Н.Флеров, А.Е.Шамыкаев, В.А.Щеголев. Депонированная публикация ОИЯИ Б3-14-8292, Дубна, 1974