

С 345 r

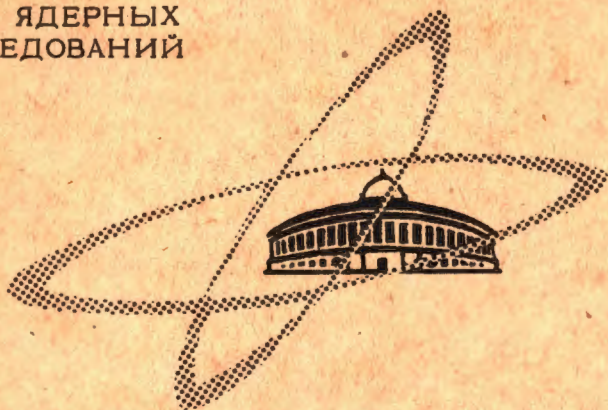
Р-598

4/8-65

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2041



В.Г. Рогозинский

НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕЧЕИСКАНИЯ  
В БОЛЬШОЙ ВАКУУМНОЙ СИСТЕМЕ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

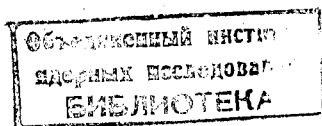
1965

2041

В.Г. Рогозинский

НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕЧЕИСКАНИЯ  
В БОЛЬШОЙ ВАКУУМНОЙ СИСТЕМЕ

Направлено в ПТЭ



3126/3 пр.

С целью выяснения влияния вакуумной системы на эффективность течения и определения наименьшей величины течи, регистрируемой теческателем в условиях вакуумной системы циклотрона У-300<sup>1/1</sup> (объем - 70 м<sup>3</sup>, суммарная скорость откачки - 2,5.10<sup>4</sup> л/сек), были проведены опыты с калиброванными течами, установленными на шлюзе пробника. Набор течей в количестве 5 шт изготовлен из медных трубочек длиной 70 мм и внутренним диаметром 1,5 мм, на одном конце сплюснутых по длине 1 см. Эти трубочки впаивы в одну общую трубку  $\phi = 14$  мм, которая вставлялась в стандартный "грибок". При обдувании гелием какой-либо из течей остальные оставались закрытыми резиновыми трубками, заглушенными на другом конце, так что гелий не попадал в них. При проверке на теческателе ПТИ-6 в этом устройстве течи не обнаружены. Величины течей по потоку атмосферного воздуха измерялись методом бюретки с ценой деления 1.10<sup>-2</sup> см<sup>3</sup>, они оказались равными 0,11; 0,42; 0,83; 1,1; 3,3 лмтор/сек. Во время проведения опытов откачка объема велась тремя вакуумными агрегатами ВВА-20-2а при давлении в трубопроводе предварительной откачки 50 мтор. Использовался теческатель ПТИ-4А, подсоединенный через вакуумную трубку длиной 1 м и диаметром 15 мм к трубопроводу в месте соединения 3-х труб, идущих от выхода вакуумных агрегатов. Давление в камере менялось от 8.10<sup>-6</sup> тор до 8,7.10<sup>-6</sup> тор при открывании наибольшей течи 3,3 лмтор/сек. Обдувание течей производилось стандартным обдувателем при слабой струе гелия. Во всех опытах сопло обдувателя приставлялось вплотную к течи. Несколько отсчетов теческателя было получено при расстоянии обдувателя до течи около 1 см. Теческатель был настроен по воздушному пику гелия, и его работа проверялась по течи 0,1 лмтор/сек. Время обдувания измерялось секундомером от момента поднесения струи гелия до момента ее снятия.

Результаты опытов представлены в виде графиков. На рис. 1 даны кривые максимального отсчета  $\alpha_{max}$  в делениях шкалы выносного прибора, кривые времени достижения  $\alpha_{max}$  для течи 0,11 лмтор/сек и времени очистки от гелия  $t_{оч}$  для этой же течи в зависимости от времени обдувания  $t_0$ . Из этих кривых следует, что максимальный отсчет достигается через время обдувания 75 сек, которое совпадает со значением  $3T$ , где  $T$  - постоянная времени откачки объема трубопровода до сечения, в котором подсоединен теческатель ( $V = 75$  л;  $S = 3$  л/сек), а  $3T$  - время достижения 85%-го стационарного потока гелия на этом участке трубопровода. Две другие кривые показывают, что изменение  $\alpha_{max}$  происходит резко при малых временах обдувания до 6-10 сек, а затем  $\alpha_{max}$  медленно возрастает, достигая насыщения. Таков же ход кривой времени откачки гелия из системы. Эти результаты

говорят о том, что значительное увеличение времени обдувания (т.е. уменьшение скорости перемещения обдувателя) не приводит к существенному повышению чувствительности (что подтверждает выводы работы /2/), но затягивает процесс течения. Если выбирать время обдувания порядка  $T$  (для  $U=300$  25 сек), то будет достигнута почти максимальная чувствительность. Точки, отмеченные крестиком, получены при расстоянии обдувателя до течи 1 см. Как видно, величина отсчета снижается в 3-4 раза для той же самой величины течи и времени обдувания, что указывает на влияние методики обдувания.

На рис. 2 даны кривые изменения времени достижения отсчета 20 дел, при времени обдувания 1 сек в зависимости от величины течи. Кривая 1 - обдуватель поднесен вплотную к течи, 2 - обдуватель на расстоянии 1 см. Из сравнения этих кривых следует, что для малых течей и при малых временах обдувания разница в величине времени отсчета существенна, но с увеличением величины течи она уменьшается, вероятно, из-за образования направленного потока воздуха к течи и стремится к некоторому постоянному значению 8-10 сек.

Это время, по-видимому, определяется временем переноса гелия по форвакуумному трубопроводу от момента его появления на выпуске пароструйного насоса до попадания в камеру течеискателя. Перенос гелия для рассматриваемых условий осуществляется его диффузией в движущейся с некоторой средней скоростью газовой среде (воздух). Время перемещения гелия на расстояние  $L$  определяется формулой /3/:

$$t_L = - (D/v^2) + [(D/v^2)^2 + (L/v)^2]^{1/2}, \quad (1)$$

где  $v$  - средняя скорость воздуха в трубопроводе;  $D$  - коэффициент диффузии гелия в воздухе, равный:

$$D = 4 \cdot 10^5 / p, \quad (2)$$

$D$  - в  $\text{см}^2/\text{сек}$ ,  $p$  - среднее давление воздуха в трубопроводе в мтор. Средняя скорость воздуха по трубопроводу при вязкостном течении выражается формулой:

$$v = S/\pi R^2, \quad (3)$$

где  $S$  - скорость откачки механического насоса по воздуху в сечении трубопровода в том месте, где подсоединен течеискатель, в  $\text{см}^3/\text{сек}$ ;  $R$  - радиус трубы в см. В условиях проведенных опытов -  $S = 3\text{л}/\text{сек}$ ;  $p = 50$  мтор,  $R = 5$  см получим на основании (2) и (3);  $D = 8 \cdot 10^3 \text{ см}^2/\text{сек}$ ;  $v = 38 \text{ см}/\text{сек}$ ; и на основании (1) -  $t_L = 8,8$  сек.

Вычисленное значение  $t_L$  и полученное из экспериментальных данных находятся в удовлетворительном согласии, что указывает на влияние этого фактора на временные характеристики процесса течения.

Кривая 3 на этом рисунке иллюстрирует изменение максимального отсчета от величины течи при времени обдувания 1 сек. На основании этой и предыдущих кривых можно судить о наименьшей величине течи, уверенно обнаруживаемой в условиях циклотрона, значение которой находится в пределах 0,1-1 лмтор/сек. Использование течеискателя ПТИ-6 позволит уменьшить эту величину в 10-100 раз, так как его собственная чувствительность значительно выше, но в процессе течения из-за засорения вакуумной системы гелием работа на повышенной чувствительности ограничена. С ростом величины течи отсчет увеличивается нелинейно (кривая 3) и при величине более 5 лмтор/сек достигает некоторого насыщения. Это является одним из факторов, препятствующих определению величины течи по значению максимального отсчета течеискателя ПТИ-4А. В реальных условиях определение величины течи усложняется неизвестной структурой течи, влиянием ее месторасположения, условиями обдувания, влиянием самой вакуумной системы и др.

На рис. 3 дана зависимость времени очистки системы от гелия от значения  $a_{\text{max}}$ , из которой видно, что это время растет нелинейно, достигая насыщения для данных условий, и составляет небольшую величину 5-6 мин, определяемую в основном параметрами вакуумной системы.

При других условиях течения, вызванных изменением основных параметров вакуумной системы (скорости откачки, давления в камере и на форвакууме и др.), может произойти существенное ухудшение всех параметров течения.

В заключение автор благодарит члена-корреспондента АН СССР Г.Н.Флорова за постановку задачи, Н.А.Тужикова за помощь при проведении опытов.

#### Л и т е р а т у р а

1. И.Ф.Малышев, В.Г.Рогозинский. Вакуумная система циклотрона многозарядных ионов  $U=300$ . Препринт ОИЯИ, 1398, Дубна, 1983.
2. В.А.Ланис, Л.Е.Левина. Техника вакуумных испытаний. Госэнергоиздат, 1983.
3. А.К.Тимирязев. Кинетическая теория материя. Учпедгиз, М., 1956.

Рукопись поступила в издательский отдел  
4 марта 1985 г.

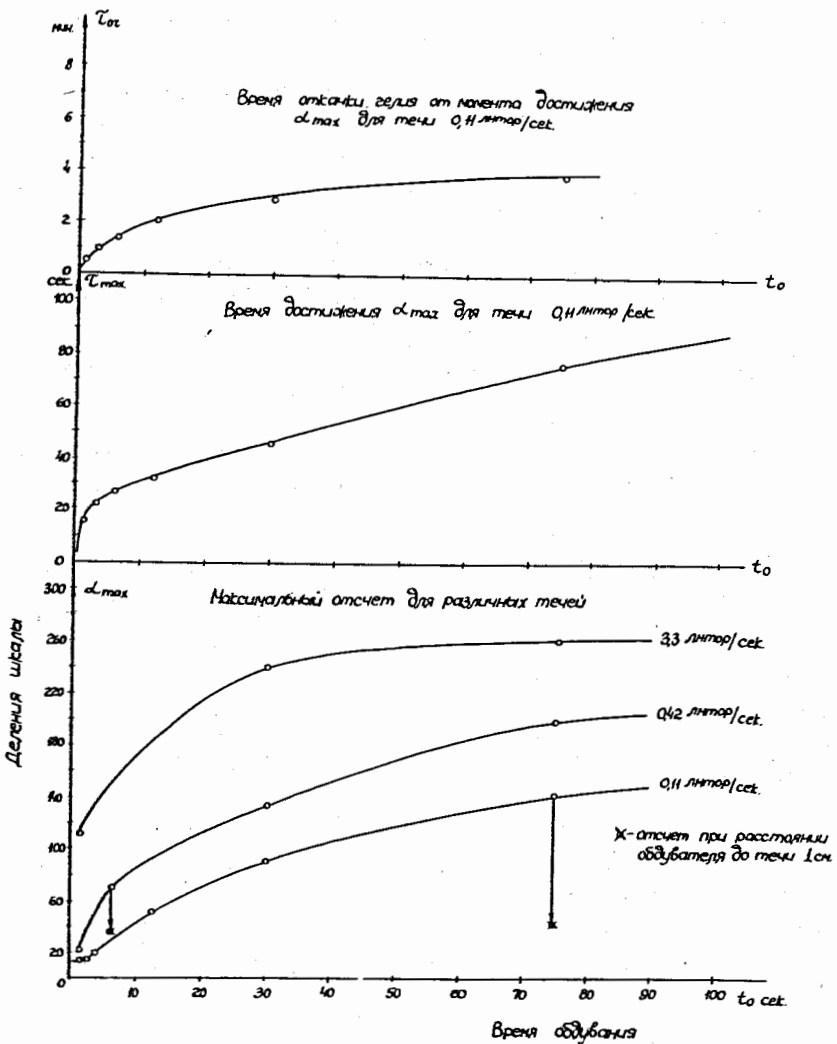


Рис. 1. Изменение максимального отсчета теческатора  $\alpha_{max}$  для различных величин течей по потоку воздуха, времени достижения  $\alpha_{max}$  для течи 0,11 л/сек., времени очистки от геля для этой же течи в зависимости от времени обдувания.

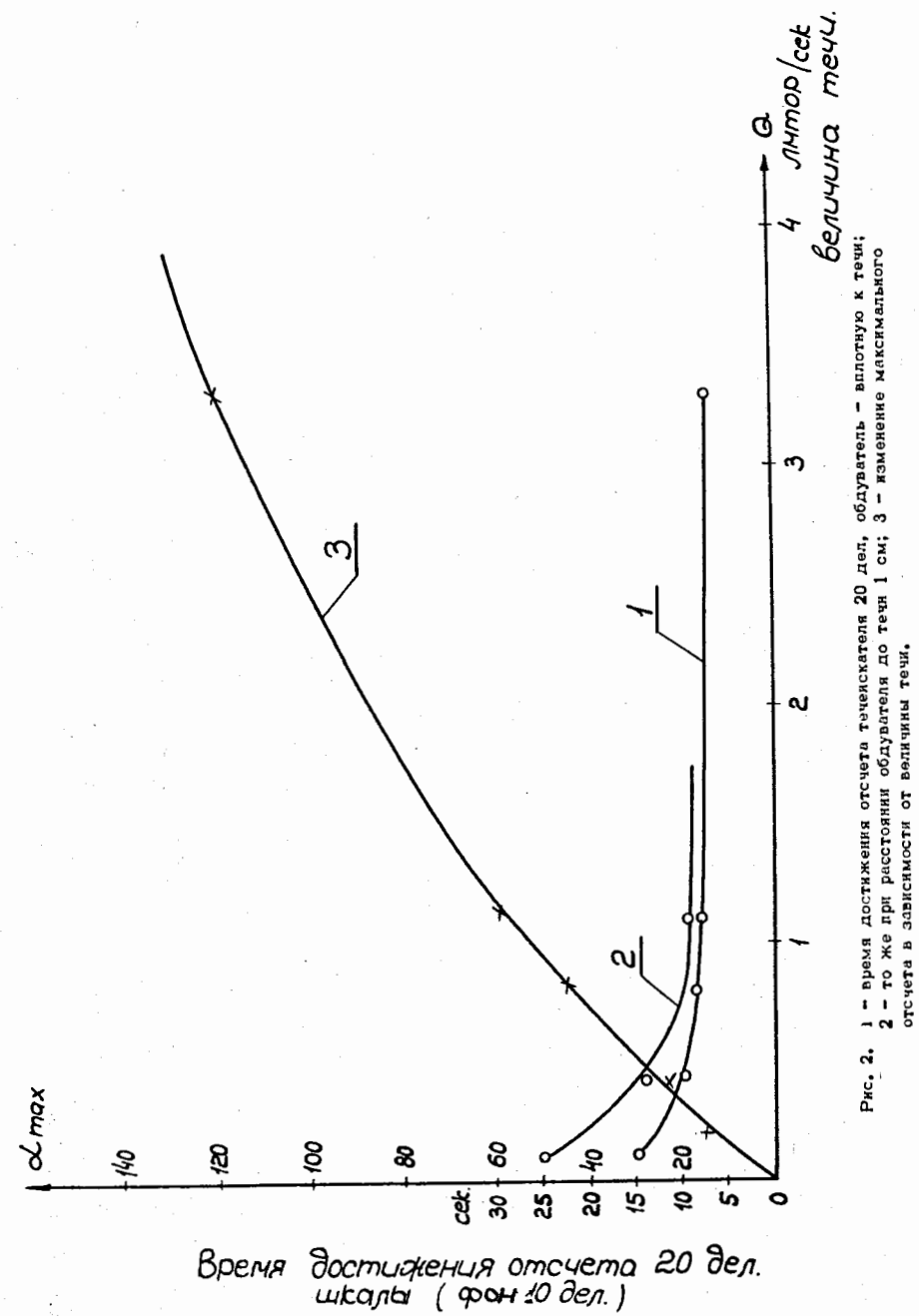
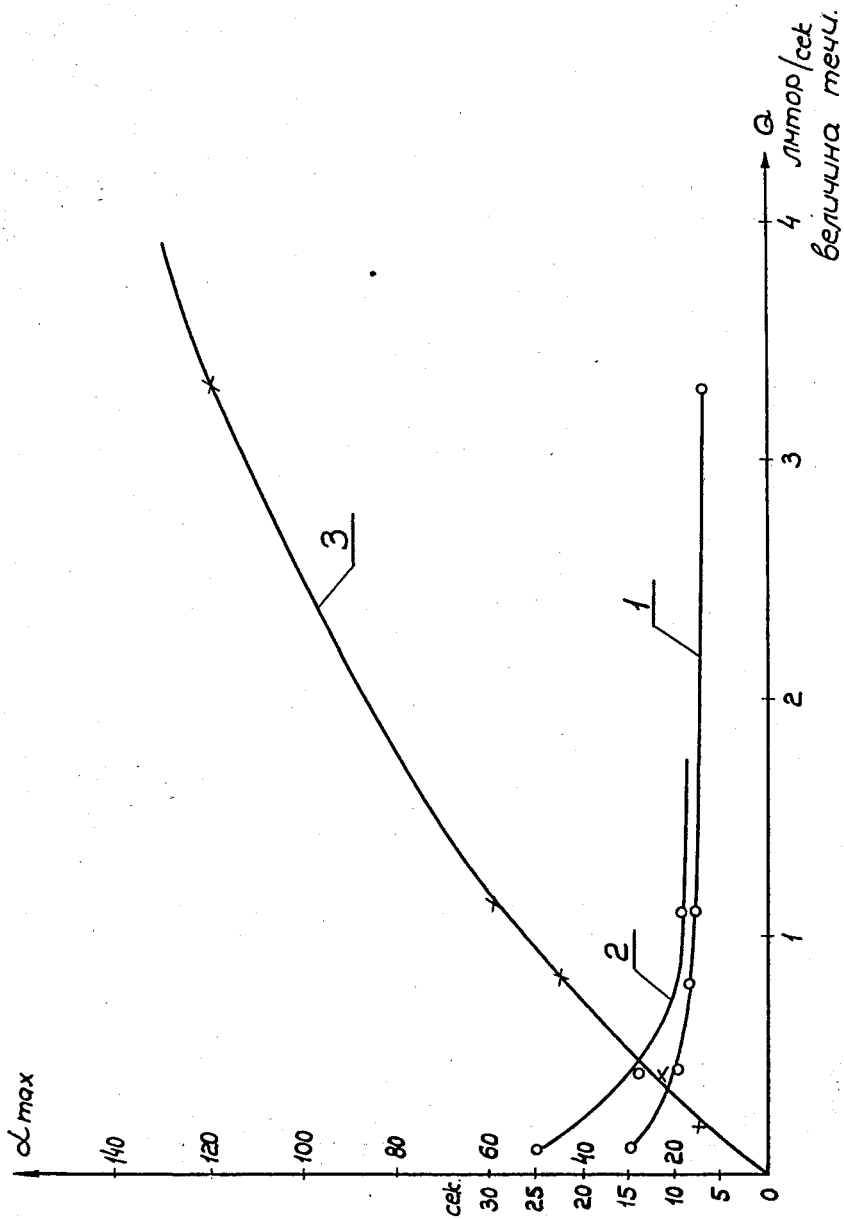


Рис. 2. 1 - время достижения отсчета теческатора 20 дел. обдуватель - вплотную к течи; 2 - то же при расстоянии обдувателя до течи 1 см; 3 - изменение максимального отсчета в зависимости от величины течи.



Время достижения отсчета 20 дел.  
 шкалы : фон 20 дел

Рис. 3. Время очистки от гелия в зависимости от величины максимального отсчета.