

Г- 522

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 3422



В.В. Глаголев, Э.В. Козубский, Р.М. Лебедев,
Н.И. Малашкевич, С.В. Мухин, Н.И. Павлов,
А. Прокеш, В.Ф. Сиколенко, И.С. Саитов,
И.Н. Семенюшкин

ДОЗИРОВКА ПУЧКА ЧАСТИЦ
ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ
НА УСКОРИТЕЛЕ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1967.

13 - 3422

5182/2 мр.

В.В. Глаголев, Э.В. Козубский, Р.М. Лебедев,
Н.И. Малашкевич, С.В. Мухин, Н.И. Павлов,
А. Прокеш, В.Ф. Сиколенко, И.С. Саитов,
И.Н. Семенюшкин

ДОЗИРОВКА ПУЧКА ЧАСТИЦ
ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ
НА УСКОРИТЕЛЕ

В в е д е н и е

Опыт работы с пузырьковыми камерами показывает, что оптимальная загрузка камер пучковыми частицами зависит и от рабочей жидкости камеры, и от поставленной физической задачи, но, как правило, эта загрузка составляет 4-20 частиц за один цикл ускорителя.

Подобные загрузки приводят к необходимости сбрасывать на мишень соответствующего канала лишь незначительную часть внутреннего пучка ускорителя, вследствие чего имеют место значительные флюктуации загрузки камеры от цикла к циклу.

Большое число недогруженных снимков влечет уменьшение эффективности использования всей аппаратуры, участвующей в получении и обработке снимков (ускоритель, канал формирования пучка, пузырьковая камера, комплекс аппаратуры обработки фотографий). Перегрузка фотоснимков следами частиц вызывает существенные затруднения при их обработке и в особенности автоматическими методами, поскольку неравномерное пространственное распределение частиц в пучке приводит к наложениям их изображений на пленке. Указанные трудности могут быть существенным образом уменьшены введением в канал формирования пучка системы шаговой развертки ^{1,2/}, позволяющей получить равномерное пространственное распределение частиц в рабочем объеме камеры.

Аналогично указанные трудности могут быть в значительной мере ободены в случае применения дозировки числа пучковых частиц.

Ниже описывается система дозировки числа частиц в пучке n - мезонов с импульсом 5 Гэв/с синхрофазотрона ОИЯИ, работающая с метровой водородной камерой.

2. Загрузка снимков естественным пучком

На синхрофазотроне ОИЯИ существует целый ряд способов получения вторичных пучков заряженных частиц от мишеней, помещенных внутрь вакуумной камеры ускорителя.

Два из них, а именно: естественное сворачивание внутреннего пучка на мишень и метод резонансного сброса— применялись при облучениях пузырьковых камер Лаборатории высоких энергий.

На рис. 1 и 2 приводятся распределения числа пучковых частиц, проходящих за цикл через камеру. Эти распределения получены на основе анализа снимков с ксеноновой (естественное сворачивание пучка) и 50-литровой водородной (резонансный сброс) камер ЛВЭ. Видно, что распределение частиц по циклам, как и следовало ожидать, не зависит от способа сброса частиц на мишень и в обоих случаях согласуется с законом Пуассона.

Наивыгоднейшая загрузка пузырьковой камеры пучковыми частицами для данной физической задачи определяется целым рядом факторов: размерами камеры, свойствами рабочей жидкости, условиями фона, а также требованиями на эффективность поиска и надежность измерения событий. Например, для одной из физических задач, решаемых с помощью ксеноновой камеры, это число составляет примерно 4, а для водородных камер 15–20 пучковых частиц за цикл. Однако, как видно из рисунков 1 и 2, средняя экспериментальная загрузка всегда меньше оптимальной. Так, для ксеноновой камеры средняя загрузка составляет $2,5 \pm 2$ следа на кадр, а для 50-литровой водородной камеры 11 ± 5 следов на кадр. Дальнейшее увеличение загрузки оказывается нерентабельным.

3. Дозировка пучка

Из вышеприведенного анализа ясно, что эффективность проведения исследований с пузырьковыми камерами может быть существенно повышена. Для этого достаточно иметь систему, обеспечивающую попадание в камеру в каждом цикле постоянного числа частиц, соответствующего оптимальному, т.е. необходимо ввести дозировку пучка ^{/3/}.

На рис. 3 дана схема канала π^- -мезонов с импульсом ($5^{+0,025}$) Гэв/с. На водородную камеру (7), через канал подается пучок с избыточной интенсивностью (30±50 частиц). С двух фотоумножителей (ФЭУ) синциллиационного телескопа, расположенного перед камерой, импульсы поступают на схему совпадений (СС). С помощью датчика интенсивности (ДИ-2) формируется сигнал, свидетельствующий о том, что через телескоп пролетело заданное число частиц. Этот сигнал поступает на систему предварительного формирования (ПФ) и устройства формирования импульса тока (ФУ) в обмотке импульсного магнита (3). Импульсный магнит расположен на расстоянии 19 метров от коллиматора (4), находящегося перед магнитом (5), который направляет пучок в камеру через объектив (6). Магнит (3) отклоняет пучок по вертикали.

На рис. 4 приводятся распределения частиц пучка по вертикали без дозировки и при работе дозирующего устройства. Видно, что пучок перед коллиматором (4) отклоняется на 80 мм. Остаточное число составляет около 5%.

На рис. 5 приведены фотографии записи интенсивности пучка, поступающего на водородную камеру (в среднем 10 частиц в цикле) без дозирующего устройства (А) и с дозирующим устройством (В). При этом, если без дозировки число частиц, попадающих в камеру, составляет 10^{+5} , то при наличии дозировки - $10^{-0,0}$.

4. Основные параметры отклоняющей системы

Параметры импульса магнитного поля определяются следующими основными требованиями:

1. Необходимой величиной отклонения пучка частиц от нормальной траектории, зависящей от геометрии канала и пространственного распределения частиц в пучке.
2. Точностью дозировки, которая определяется временной структурой и пространственным распределением пучка.
3. Временем, на которое необходимо отвести пучок.

Из требований 1 и 2 определяется амплитуда магнитного поля, из требований 2 и 3 - время нарастания фронта и длительность импульса.

В нашем случае, при энергии 5 Гэв, достаточно сместить частицы, летящие вдоль оси пучка, у входа в коллиматор на 30 мм, что соответствует

значению

$$H_{\min} \ell = \frac{h \cdot p c}{300 R} = 27,7 \text{ кэ.см.},$$

где

H — напряженность магнитного поля,

ℓ — путь частицы в поле H ,

h — необходимое смещение пучка,

$p c$ — энергия частиц,

R — расстояние от места установки магнита до точки измерения отклонения пучка.

Однако при учете реального пространственного распределения частиц максимальное значение произведения $(H\ell)_{\max}$ должно быть не менее 50 кэ см.

Точность дозировки будет определяться соотношением фронта нарастания магнитного поля и временной структурой пучка, а также пространственным распределением пучка. В нашем случае фронт нарастания магнитного поля до H_{\min} должен быть не более 15÷20 мсек.

Длительность импульса магнитного поля на уровне $H \geq H_{\min}$ должна быть не меньше времени существования пучка. В нашем случае длительность импульса магнитного поля должна быть 2÷2,5 мсек.

Оциллограмма полученного импульса магнитного поля приведена на рис.6.

Метод формирования импульса магнитного поля описан в /4/, а аппаратура в /5/.

Заключение

Разработана и проверена на канале π -мезонов с импульсом (5±0,025) Гэв/с система дозировки пучка частиц для однометровой водородной пучковой камеры. Система дозировки позволяет при любом физическом эксперименте задавать наиболее выгодную загрузку рабочего объема камеры. Это позволяет существенным образом уменьшать количество снимков, необходи-

мых для решения поставленной физической задачи (на 30 ÷ 40%). При этом соответственно сокращается продолжительность экспозиции камеры на ускорителе, экономится большое количество электроэнергии и фотоматериалов, а также время обработки пленки.

Л и т е р а т у р а

1. E. Chesi and G. Petrucci, CERN/TC/ 200, 65-9 (1965).
2. A. Faltens, J. Barale, The Review of Scientific Instruments, 37, N 11, 1463 (1966).
3. E. Chesi, F. Wittgenstein, CERN/TC/BEAM, 64-1.
4. Сиколенко В.Ф. Препринт ОИЯИ № 13-3262, Дубна, 1967 .
5. Сиколенко В.Ф. Препринт ОИЯИ № 9-3378, Дубна, 1967 г.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 июня 1967 г.

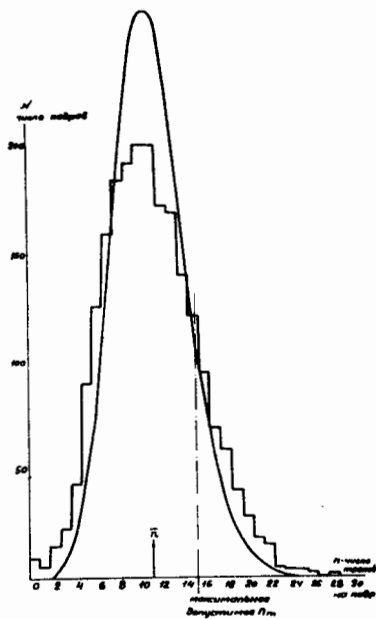


Рис. 1. Распределение кадров по числу частиц для 50-литровой водородной пузырьковой камеры.

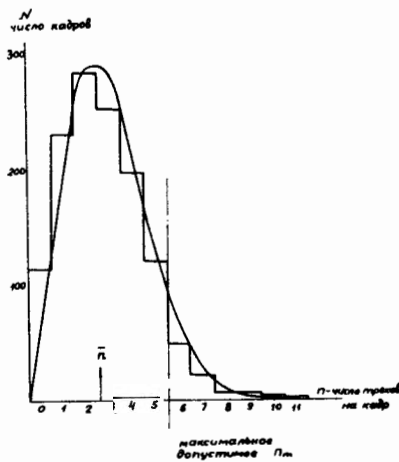


Рис. 2. Распределение кадров по числу частиц для ксеноновой пузырьковой камеры.

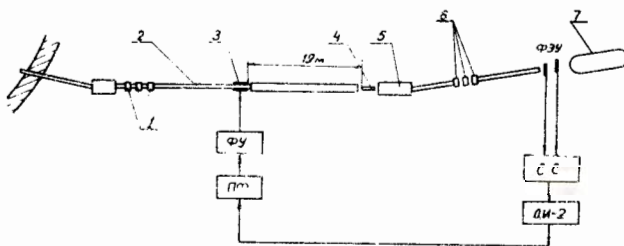


Рис.3. Схема канала с дозирующим устройством.
 1-магнитные линзы. 2-ионопровод. 3-импульсный магнит. 4-коллиматор. 5-анализирующий магнит. 6-магнитные линзы. 7-пузырьковая камера. ФЭУ-сцинтилляционный телескоп, СС-схема совпадений, ДИ-2-датчик интенсивности, ПФ-предварительные формирователи, ФУ-формирующее устройство импульса тока.

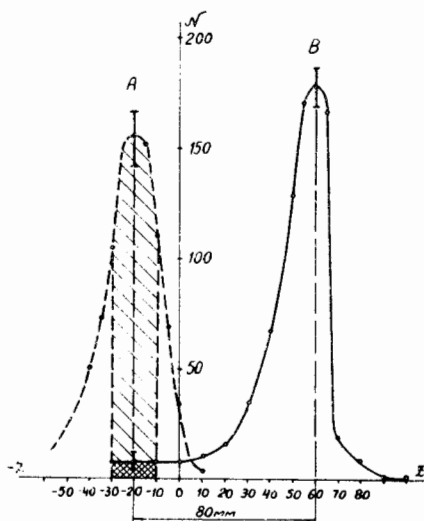


Рис.4. Распределение частиц по вертикали.
 А-без дозирующего устройства,
 В-с дозирующим устройством.
 Пунктиром обозначены границы коллиматора.

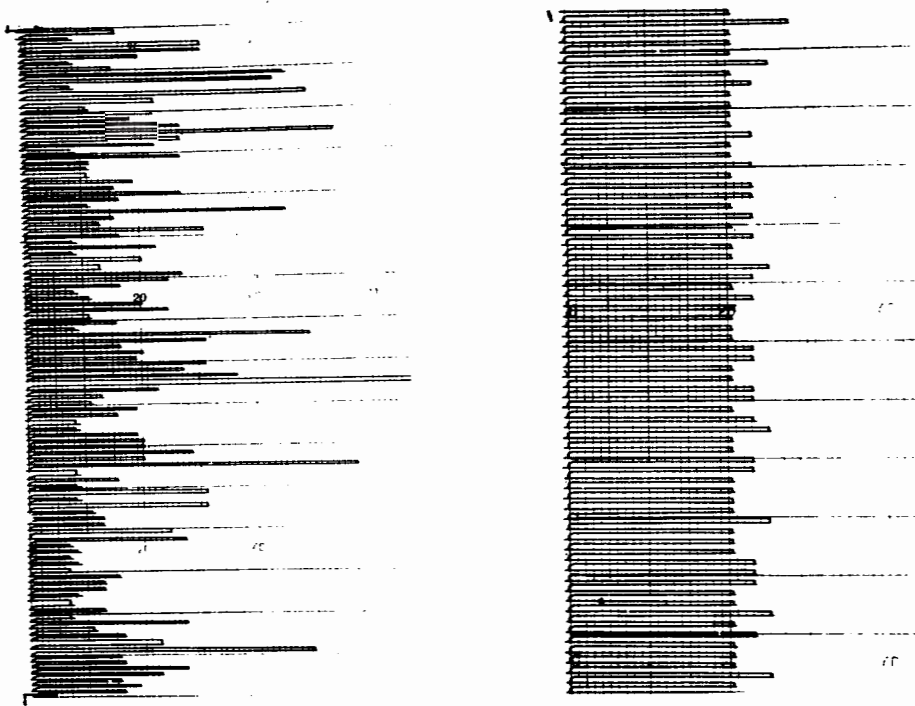


Рис.5. Диаграммы распределения интенсивности.
А-без дозирующей системы,
В-с использованием дозирующей системы.

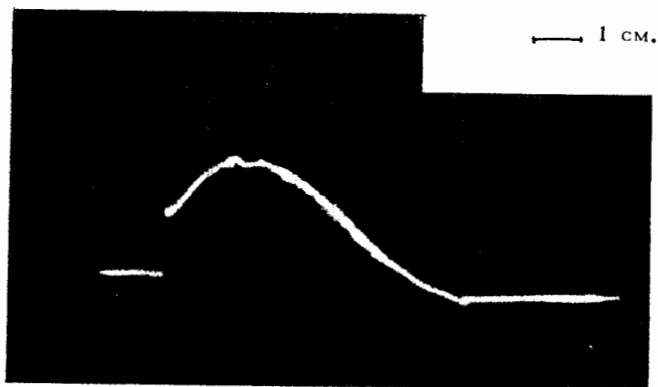


Рис. 6. Осциллограмма импульса магнитного поля в системе дозирования пучка частиц. Длительность развертки 1 мсек/см.