

Андрей Заставны, Юрий Мизерачик

1 Кафедра Физики, Гданьский Политехнический Институт, Гданьск.

ГАЗОВОЕ УСИЛЕНИЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ СЧЁТЧИКОВ НАПОЛНЕННЫХ АРГОНОМ И АЗОТОМ

Представлены результаты измерений газового усиления пропорционального счётчика наполненного аргоном и азотом, под давлением от 298 до 581 мм рт. ст. при 0°C. Полученные результаты хорошо описываются новой формулой на газовое усиление. Указывается на возможность применения простого метода для количественного исследования некоторых фотоэлектрических явлений в пропорциональных счётчиках.

В работе [9], посвященной особенностям пропорционального счётчика наполненного CO₂, приведена новая формула на газовое усиление

$$\frac{\ln A}{pr_a S_a} = B \left(\ln \frac{S_a}{S_0} + \frac{S_0}{S_a} - 1 \right) + K \quad (1)$$

где: A — газовое усиление

p — давление

r_a — радиус анода

S_a — произведение напряженности электрического поля вблизи анода и давления

K, B, S_0 — постоянные для данного газа.

Эта формула, в отличие от ранее известных [8, 1, 2, 3] хорошо описывает экспериментальные данные по газовому усилению с CO₂ в исследованном интервале давлений (0,75—2,00 ат.).

Ввиду растущей заинтересованности проблемами пропорциональных счётчиков наполненных до давлений порядка атмосферы (Но. [4, 5, 6, 7]), и положительных результатов приведенных в работе [9], а также высказанного в той же работе предположения о справедливости формулы (1) и для других газов, исследовано газовое усиление пропорционального счётчика наполненного аргоном и азотом в интервале давлений от 298 до 581 мм рт. ст. при 0°C.

Применяемая для измерений вакуумная и электронная аппаратура, конструкция пропорционального счётчика и методика измерений ничем не отличается от описанной в работе [9]. Пропорциональный счётчик длиной 20 см имел медный катод радиуса 26,7 мм и вольфрамовую аноду радиуса 0,025 мм. Применение для измерений

газы были спектрально чистыми, продукции фирмы "Edel-gase des VEB Technische Gase Werke" — Berlin.

Измерения газового усиления для аргона были выполнены при давлениях 301, 453 и 564 мм рт. ст. при 0°C , а для азота при давлениях 298, 444 и 581 мм рт. ст. при 0°C . Результаты измерений приведены на рис. 1 и 2.

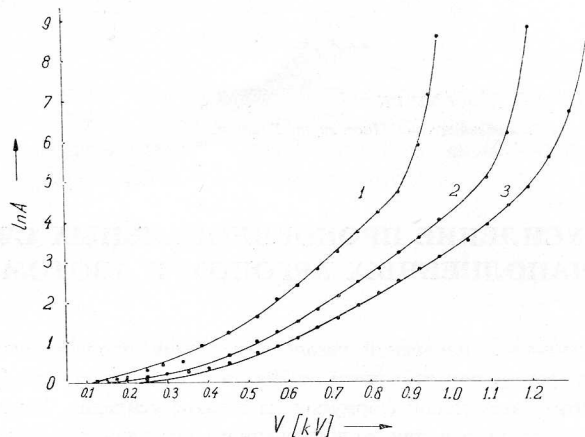


Рис. 1. Результаты измерения газового усиления ($\ln A$) для аргона, как функция разности потенциалов V на счётчике при разных давлениях: 1—301 мм рт. ст., 2—453 мм рт. ст., 3—564 мм рт. ст.

Согласно работе [9] выражение $\ln A/pr_a S_a$ должно быть однозначной функцией S_a в области применимости вышеизложенной теории. Область эта определяется условием пренебрежения фотоэлектрических эффектов, пространственного заряда и диффузии. Указанное выражение как функция S_a для произведенных измерений

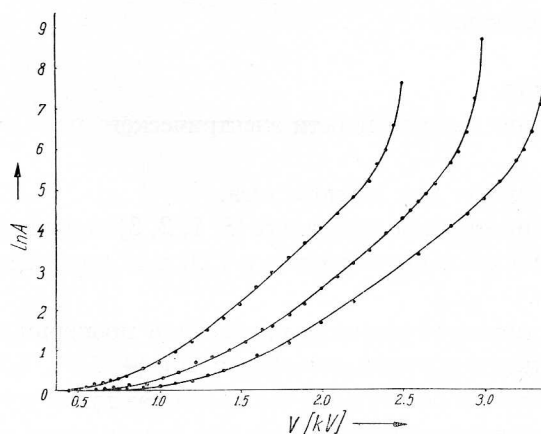


Рис. 2. Результаты измерения газового усиления ($\ln A$) для азота, как функция разности потенциалов V на счётчике при разных давлениях: 1—298 мм рт. ст., 2—444 мм рт. ст., 3—581 мм рт. ст. Номера кривых как на Рис. 1

представлено на рис. 3 и 4. Как видно, экспериментальные данные хорошо согласуются со сказанным выше. Предполагается, что отклонения семейства экспериментальных кривых для разных давлений от предвиденной кривой (наблюдаемые

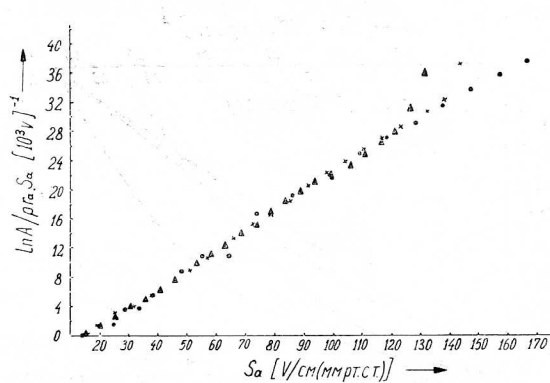


Рис. 3. Зависимость $\ln A/pr_a S_a$ как функция S_a для аргона при разных давлениях: \blacktriangle —301 мм рт. ст., \times —453 мм рт. ст., \bullet —564 мм рт. ст.

при том же газовом усилении равным 140) обусловлено фотоэлектрическим эффектом.

Проверку справедливости соответствующей формулы на газовое усиление лучше всего произвести [3] путем графического изображения измеряемых величин в такой функциональной зависимости, согласно которой должна получиться

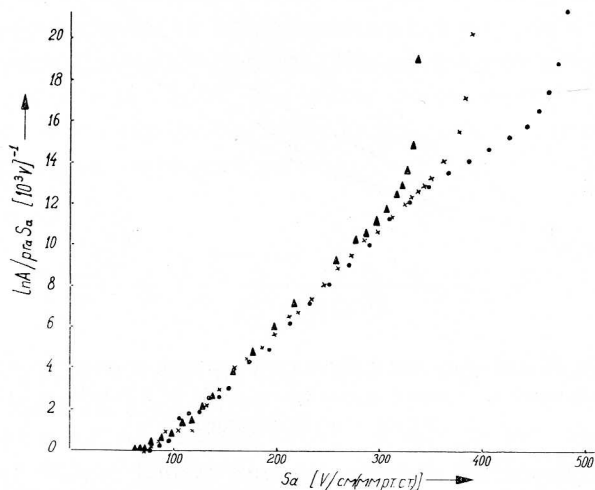


Рис. 4. Зависимость $\ln A/pr_a S_a$ как функция S_a для азота при разных давлениях: \blacktriangle —298 мм рт. ст., \times —444 мм рт. ст., \bullet —581 мм рт. ст.

прямая линия. Таким образом дополнительно возникает возможность простого сравнения отдельных теорий газового усиления [9], при условии, что одна из упомянутых величин выражена как

$$F(S_a) = \ln A/pr_a S_a \tag{2}$$

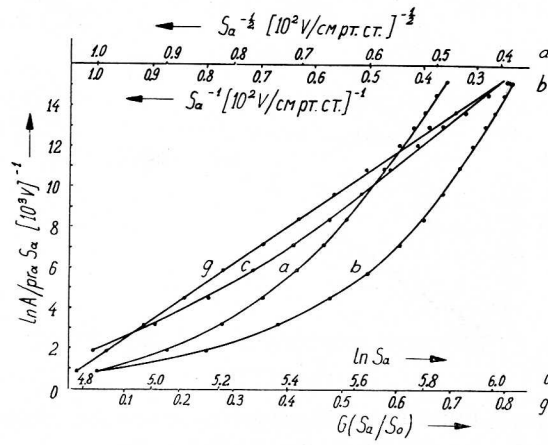


Рис. 5. Графики $\ln A/pr_a S_a$ для аргона как функция переменных соответствующих линейным зависимостям для разных формул на газовое усиление: *a* — Роузе и Корфа, *b* — Христова, *c* — Дитхорна, *d* — Заставного

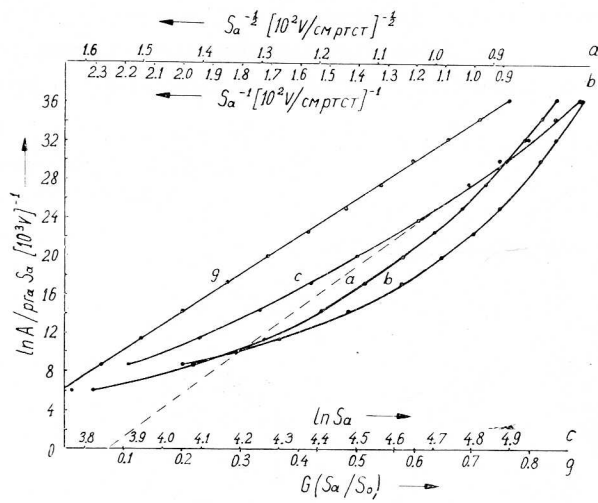


Рис. 6. Графики $\ln A/pr_a S_a$ для азота как функция переменных соответствующих линейным зависимостям для разных формул на газовое усиление: *a* — Роузе и Корфа, *b* — Христова, *c* — Дитхорна, *d* — Заставного

Формулы получающиеся из соответствующих теорий можно тогда представить как:

Роузе и Корфа $F(S_a) = M(S_0^{-1/2} - S_a^{-1/2})$ (3)

Христова $F(S_a) = N(S_0^{-1} - S_a^{-1})$ (4)

Дитхорна $F(S_a) = b(\ln S_a - \ln S_0)$ (5)

Заставного $F(S_a) = K + B[\ln(S_a/S_0) + S_0/S_a - 1] = K + B \cdot G(S_a/S_0)$ (6)

где: M, N, b, K, B, S_0 — постоянные для данного газа.

На рис. 5 и 6 представлены для Ar и N_2 зависимости $\ln A/pr_a S_a$ поочередно как функция $S_a^{-1/2}, S_a^{-1}, \ln S_a, G(S_a/S_0)$. Как видно формула (1) лучше всего описывает

экспериментальные данные для газового усиления. Постоянные для этой формулы соответственно равны:

для аргона

$$K = (6,25 \pm 0,3) 10^{-3} \text{ V}^{-1}, \quad B = (39,6 \pm 2) 10^{-2} \text{ V}^{-1}$$

$$S_0 = 34 \pm 2 \text{ V/см мм рт. ст.} \quad (7)$$

для азота

$$K = (0,655 \pm 0,03) 10^{-3} \text{ V}^{-1}, \quad B = (18,6 \pm 0,9) 10^{-2} \text{ V}^{-1}$$

$$S_0 = 85 \pm 4 \text{ V/см мм рт. ст.} \quad (8)$$

В результате накопленных до сих пор экспериментальных данных кажется достоверным предположение, что формула (1) справедлива для большинства газов имеющих практическое применение в пропорциональных счетчиках в исследованной области давлений.

Заслуживают на внимание указанные отклонения экспериментальных точек для разных давлений, которые объясняются фотоэлектрическим эффектом. Можно этим простым способом определить предельное газовое усиление, при котором ещё можно пренебрегать фотоэлектрическим эффектом. Этот способ дает тоже возможность определить коэффициент γ — определяемый как среднее число фотоэлектронов приходящихся на одну пару ионов возникающих в процессе лавинного усиления. Этот коэффициент можно получить из сравнения измеренного газового усиления и того, которое имело бы место в случае отсутствия фотоэлектрического эффекта, т. е. определенного из экспериментальной кривой для которой ещё не наблюдается фотоэлектрического эффекта. Из представленных результатов измерений получается $\gamma = (1-5) 10^{-3}$ для обоих газов.

Авторы выражают благодарность проф. др В. Мосцицкому за помощь и ценные советы при выполнении настоящей работы.

Поступила в редакцию 12 апреля 1966

ЛИТЕРАТУРА

1. Христов Л. Г.: Докл. Булг. А. Н. **10**, 453, (1947).
2. Kiser R. W.: *App. Scient. Res.* **8**, p. 183 (1960).
3. Кочаров Г. Е., Королев Г. А.: *Изв. А.Н. СССР, Сер. Физ.* **27**, 301 (1963).
4. Лукирский А. П., Эршов О. А., Бритов И. А.: *Изв. А.Н. СССР, Сер. Физ.* **27**, 806 (1963).
5. Mościcki W.: *Acta Phys. Polon.* **17**, 311 (1958).
6. Mościcki W., Zastawny A.: *Nukleonika* **7**, 801 (1962).
7. Smith C. F., Conway D. C.: *Rev. Sci. Instr.* **33**, 726 (1962).
8. Rose M. E., Korff S. A.: *Phys. Rev.* **59**, 850 (1941).
9. Zastawny A.: *J. Sci. Instr.* **43**, 179 (1966).

A. Zastawny, J. Mizeraczyk

WZMOCNIENIE GAZOWE LICZNIKÓW PROPORCJONALNYCH
WYPEŁNIONYCH ARGONEM I AZOTEM

Streszczenie

Przedstawiono pomiary wzmocnienia gazowego licznika proporcjonalnego wypełnionego argonem i azotem, pod ciśnieniami od 298 do 581 mm Hg przy 0°C. Otrzymane wyniki dają się dobrze opisywać nowym wzorem na wzmocnienie gazowe. Wskazuje się możliwość łatwej metody ilościowego badania pewnych efektów fotoelektrycznych w licznikach proporcjonalnych.

A. Zastawny, J. Mizeraczyk

GAS AMPLIFICATION IN PROPORTIONAL COUNTERS
WITH ARGON AND NITROGEN

Summary

Measurements of gas amplification in proportional counters with argon and nitrogen were taken, at pressures ranging from 298 to 581 mm Hg at 0°C. Good agreement was found between experimental data and a new formula for gas amplification in proportional counter. It is shown possibility of an easy investigation method of some photoelectrical effects in proportional counters.