

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ НАПОЛНЕНИЯ ИСКРОВЫХ КАМЕР

И. И. ГОЛУБНИЧИЙ, В. И. ЯКОВЛЕВ

Физический институт АН СССР, Москва

(Получено 15 марта 1965 г.)

В поисках газовых смесей, пригодных для работы в искровых камерах, регистрирующих прохождение заряженных частиц, нами были исследованы смеси $\text{He} + \text{Xe}$, $\text{He} + \text{Ar}$ и $\text{Ar} + \text{Xe}$ [4]. Для исследований брались химически чистые He и Ar , а также Xe особой чистоты.

Искровая камера, использовавшаяся для исследований, имела эффективную площадь $25 \times 50 \text{ см}^2$. Величина искрового промежутка d могла изменяться от 0 до 10 см. Амплитуда высоковольтных импульсов, подаваемых на камеру, — от 6 до 25 кВ. Длительность импульса составляла 10^{-7} сек. Камера управлялась телескопом из двух групп счетчиков, расположенных так, что частицы пересекали искровой промежуток камеры в области, где поле было однородным. Камера откачивалась до давления $5 \cdot 10^{-2}$ тор, дважды промывалась рабочим газом и наполнялась смесью двух газов до давления $P = 200 \div 500$ тор. Для каждой смеси снималась счетная характеристика камеры и определялось напряжение (амплитуда высоковольтного импульса), при котором эффективность регистрации одиночных частиц космического излучения η была выше 95%. Это напряжение принималось за напряжение пробоя $U_{\text{пр}}$.

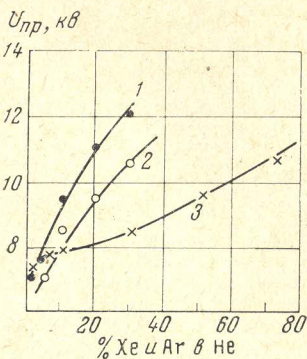


Рис. 1. 1 — $P = 380$ тор Xe в He; 2 — $P = 250$ тор Xe в He; 3 — $P = 380$ тор Ar в He; $d = 2,0$ см

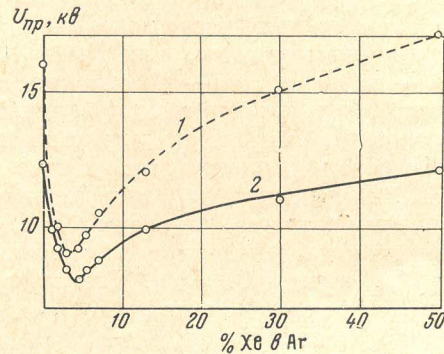


Рис. 2. 1 — $P = 380$ тор, $d = 2$ см; 2 — $P = 230$ тор, $d = 2$ см

живается в смеси $\text{Ar} + \text{Xe}$: при добавлении к Ar небольшого количества (3–5%) Xe происходит резкое уменьшение потенциала пробоя. При дальнейшем увеличении содержания ксенона в смеси потенциал пробоя снова увеличивается (рис. 2).

В физике, изучающей электрические явления в газах и вакууме, известны случаи, когда напряжение пробоя смеси двух газов меньше, чем у исходных составляющих. Хорошо изучен так называемый эффект Пеннинга [1, 2], заключающийся в том, что при добавлении к газу, имеющему метастабильные уровни возбуждения (например к неону, метастабильные уровни которого 16,53 и 16,62 эВ), небольшого количества газа, потенциал ионизации которого U_i расположен ниже метастабильных уровней возбуждения основного газа $U_{\text{мет}}$ (например Ar , потенциал ионизации которого равен 15,8 эВ), происходит ионизация атомов газа — добавки посредством соударений второго рода. Это приводит к увеличению второго коэффициента ионизации Таунсенда γ , за счет чего снижается потенциал пробоя. Возможны и другие смеси, где имеет место эффект Пеннинга. В литературе [3] обращено внимание на то, что малые добавки Xe (~0,1%) к Ne приводят к увеличению яркости искр, что может

Интересная особенность обнару-

В литературе [3] обращено внимание на то, что малые добавки Xe (~0,1%) к Ne приводят к увеличению яркости искр, что может

указывать на уменьшение потенциала пробоя. Этот случай также объясняется выполнением условий, необходимых для появления эффекта Пеннинга.

В случае смеси $Ag + Xe$ эффект Пеннинга не может возникнуть, так как метастабильные уровни возбуждения Ag (11,49 и 11,66 эв) лежат ниже потенциала ионизации Xe (12,1 эв).

Известно также наличие характерного минимума напряжения пробоя при добавлении небольшого количества водорода к азоту. Это явление имеет место при $Pd < 10 \text{ тор}$ (где P — давление, d — расстояние между электродами) и объясняется поверхностным эффектом снижения работы выхода из катода при образовании пленки адсорбированного водорода. Повышение $U_{пр}$ при больших Pd при наличии примеси водорода объясняется как обычное действие двухатомного газа в объеме [1, стр. 440, 444]. Очевидно, что подобный эффект также не может объяснить наблюдаемого явления снижения потенциала пробоя при добавлении Xe к Ag . Обнаруженное явление не встречает аналогов в литературе. Более того, существует мнение, что примеси, имеющие $U_i > U_{мет}$, не снижают напряжения пробоя [1, стр. 441].

Представляется возможным объяснить наблюдаемое явление уменьшения потенциала пробоя при добавлении небольшого количества Xe (3–5%) к Ag за счет дополнительной ионизации при столкновении метастабильных атомов Ag с метастабильными атомами Xe (у Xe $U_{мет} = 8,28 \text{ эв}$). Правая возрастающая ветвь кривой объясняется ростом напряжения пробоя при увеличении содержания Xe в смеси за счет более высокого напряжения пробоя у Xe по сравнению с напряжением пробоя у Ag [2].

Это объяснение наводит на мысль о том, что обнаруженное явление может наблюдаться в смеси тех газов, где не имеет места эффект Пеннинга, а каждый из газов имеет метастабильные уровни возбуждения, причем выполняется условие: $U_{мет1} + U_{мет2} > U_{i1}$ (или U_{i2}). Такое условие выполняется в смеси $Ne + He$ у Ne $U_{мет} = 16,53 \text{ эв}$, $U_i =$

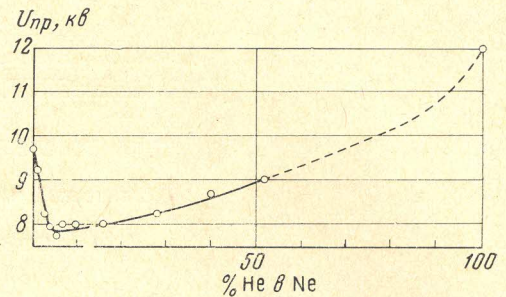


Рис. 3. $P = 380 \text{ тор}$, $d = 3,5 \text{ см}$

$= 21,6 \text{ эв}$, а у Ne : $U_{мет} = 19,8 \text{ эв}$, $U_i = 24,6 \text{ эв}$.

Результаты исследования этой смеси представлены на рис. 3. Выяснилось, что добавление небольшого количества (~5%) He к Ne также несколько снижает напряжение пробоя (на ~20%). Правая возрастающая ветвь кривой в данном случае также объясняется увеличением напряжения пробоя при увеличении содержания Ne в смеси за счет более высокого напряжения пробоя у Ne по сравнению с напряжением пробоя у He .

Таким образом, исследование газов показало, что наименьшее напряжение пробоя имеет Ne , затем He . Добавление ~5% He к Ne снижает потенциал пробоя на ~20%. С экономической точки зрения более оправданным представляется применение смеси приблизительно следующего состава: 25% $Ne + 75\% He$, имеющей такое же напряжение пробоя, как и чистый Ne . Однако необходимо провести дополнительные исследования эффективности одновременной регистрации групп (ливней) заряженных частиц при применении этой смеси газов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. А. Капцов, Электрические явления в газах и вакууме, 1950, Гостехиздат.
2. Дж. Мик, Дж. Крэгс, Электрический пробой в газах, Изд-во иностр. лит.
3. М. И. Дайон, Г. А. Лексин, Препринт ИТЭФ, 1962, № 77.
4. П. И. Голубничий, Дипломная работа. Физфак МГУ, 1962.