

А. Н. АРСЕНЬЕВА-ГЕЙЛЬ

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВНЕШНИЙ ФОТОЭФФЕКТ С ПОЛУПРОВОДНИКОВ

(Представлено академиком П. И. Лукирским 11 VII 1949)

Распределение внешних фотоэлектронов по энергиям у полупроводников (^{1,2}) существенно отличается от такового у металлов. По-видимому, в чистых (без примесей) полупроводниках, безразлично электронных или дырочных, электроны вырываются светом главным образом из заполненной зоны или с уровня энергии, лежащих вблизи от этой зоны.

Повышение температуры полупроводника изменяет распределение электронов по энергетическим состояниям внутри полупроводника. Можно думать, что это обстоятельство проявит себя и во внешнем фотоэффекте, соответственно изменяя распределение начальных энергий вырываемых светом электронов.

Для того чтобы выяснить характер указанных изменений, было проведено изучение внешнего фотоэффекта с полупроводников при повышенной температуре.

Для измерений применялся метод задерживающего поля в сферическом конденсаторе (³). Внутренний шарик, на который наносился слой соответствующего полупроводника или металла, подогревался изнутри. Размеры конденсатора были примерно такие же, как в работе (¹). Подробное описание установки и опытов будет дано в другом месте.

Для типичных полупроводников (Te, InSe) снимались характеристики фототок — напряжение при различных длинах волн. Для каждой длины волны измерение велось при комнатной температуре, затем при температуре порядка 50—80° и снова при комнатной. Более точно температура в наших опытах не измерялась.

Измерения были произведены:

- 1) на слое InSe, нанесенном испарением в вакууме InSe, стехиометрического состава с дырочной проводимостью;
- 2) на слое теллура, нанесенном испарением в вакууме Te с дырочной проводимостью и для контроля;
- 3) на слое испаренного в вакууме серебра (степень чистоты серебра неизвестна).

Результаты измерений приведены на рис. 1, 2, 3, на которых значения фототока нанесены в функции напряжения на внешней обкладке конденсатора для нагретого и ненагретого образцов при разных длинах волн. Для удобства сравнения ток насыщения на графиках приведен к одному значению, хотя для нагретых образцов он всегда был больше, чем для ненагретых.

Приведенные результаты показывают, что влияние температуры на фотоэффект с полупроводника резко отличается от влияния тем-

пературы на фотоэффект с исследованного в тех же условиях металла. Из рассмотрения кривых следует, что у полупроводников даже небольшое повышение температуры (на несколько десятков градусов) вызывает заметное изменение распределения по энергиям вырванных светом электронов. Это изменение наиболее значительно в области больших энергий, где наблюдается сильное возрастание числа фотоэлектронов.

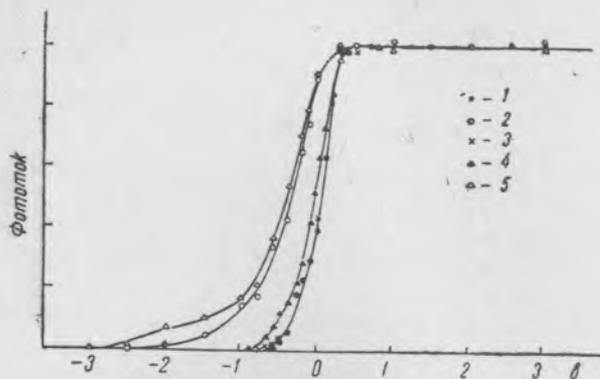


Рис. 1. InSe. $\lambda = 253,7 \text{ м}\mu$: 1 — при комнатной температуре, 2 — при нагревании, 3 — снова при комнатной температуре. $\lambda = 230,2 \text{ м}\mu$: 4 — при комнатной температуре, 5 — при нагревании

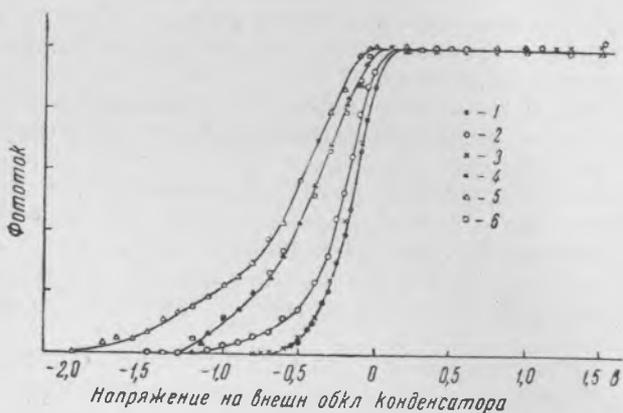


Рис. 2. Те. $\lambda = 253,7 \text{ м}\mu$: 1 — при комнатной температуре, 2 — при нагревании, 3 — снова при комнатной температуре. $\lambda = 230,2 \text{ м}\mu$: 4 — при комнатной температуре, 5 — при нагревании, 6 — снова при комнатной температуре

Кроме того, появляется заметное количество фотоэлектронов со скоростями, значительно превосходящими максимальную скорость фотоэлектронов при комнатной температуре. На кривых для InSe в этой области намечается ступенька, указывающая на появление второго максимума на кривой распределения фотоэлектронов по энергиям.

Если сравнить кривые для серебра (рис. 3), то видно, что такое же повышение температуры, несколько увеличивая число фотоэлектронов, оставляет характер распределения почти неизменным. В отличие от полупроводника здесь не наблюдается сколько-нибудь заметного увеличения энергии вырываемых светом электронов.

Это обстоятельство заставляет предполагать, что описанный выше температурный эффект присущ только полупроводникам и обусловлен их внутренней энергетической структурой.

Результаты наблюдений указывают, что при повышении температуры электроны переходят на уровни с большей энергией и отсюда уже вырываются светом. Однако нельзя забывать, что в полупроводниках на величине работы выхода может сказаться изменение не-

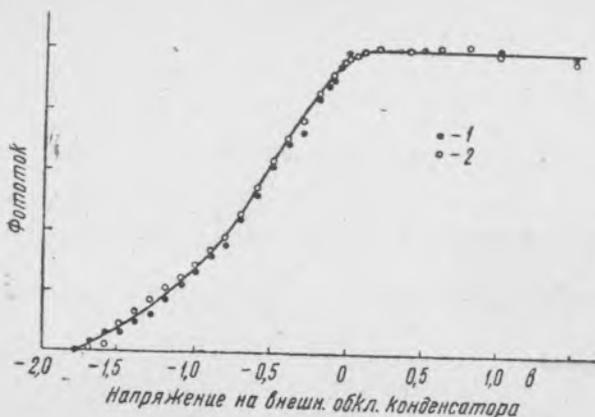


Рис. 3. Ag. $\lambda = 230,2$ мк: 1 — при комнатной температуре, 2 — при нагревании

обратимой части работы выхода ⁽⁴⁾* вследствие изменения электропроводности полупроводника при нагревании.

Наблюдаемое смещение границы при нагревании в слое InSe было подтверждено появлением в нагретом образце фототока при $\lambda = 265$ мк и при задерживающем потенциале 0,5 в. Ток имел хорошо измеримое значение, в то время как при комнатной температуре при том же потенциале фототок совершенно отсутствовал не только при $\lambda = 265$ мк, но и при $\lambda = 253,7$ мк.

Описанные изменения в поведении фототока с полупроводников при нагревании едва ли можно объяснить побочными причинами, вроде изменения адсорбированного на них слоя, так как такое небольшое повышение температуры, как 30—50°, по видимому, не могло бы существенно изменить этот слой, если вообще он существовал в условиях опыта в хорошем вакууме. Кроме того, как видно из рис. 3, при фотоэффекте с металла в тех же условиях не происходит заметного смещения границы.

Описанные опыты указывают на наличие сильного влияния температуры на внешний фотоэффект с полупроводников. Количественное изучение наблюдаемого явления требует дальнейших исследований.

Приношу глубокую благодарность акад. П. И. Лукирскому за предложение темы и многочисленные дискуссии и акад. А. Ф. Иоффе за постоянный интерес к работе.

Ленинградский физико-технический институт
Академии наук СССР

Поступило
7 VII 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. Н. Арсеньева-Гейль, ДАН, 62, 47 (1948). ² L. Arker, E. Taft and J. Dickey, Phys. Rev., 74, 1462 (1948); E. Taft and L. Arker, Phys. Rev., 75, 1181 (1949). ³ П. И. Лукирский, О фотоэффекте, 1933. ⁴ Л. Н. Добрецов, ЖТФ, 18, 727 (1948).

* Указание на это обстоятельство было любезно сделано Л. Н. Добрецовым.