

ПО ПОВОДУ ПИСЬМА М. Ф. ДЕЙГЕНА И К. Б. ТОЛПЫГО  
О РЕЦЕНЗИИ НА КНИГУ С. И. ПЕКАРА  
«ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕОРИИ КРИСТАЛЛОВ»

Наша рецензия на книгу С. И. Пекара «Исследования по электронной теории кристаллов», опубликованная в УФН (т. 48, вып. 3, 1953 г.), наряду с указанием достижений автора монографии содержала также и некоторые критические замечания, касающиеся отдельных вопросов электронной теории ионных кристаллов. Эти критические замечания вызвали со стороны учеников С. И. Пекара — М. Ф. Дейгена и К. Б. Толпыго — резкие возражения и упреки в ошибках, которые, по их мнению, имеются

\*) Кстати, как показал К. Б. Толпыго на одном из примеров (ЖЭТФ 21, 443, 1951), точность МЭМ остаётся ещё очень высокой при условии, что квантовомеханический радиус полярона не только намного больше, как требует строгий критерий, но просто равен постоянной решётки.

в рецензии. Так как письмо М. Ф. Дейгена и К. Б. Толпыго неправильно передаёт содержание рецензии, давая ей толкование, которое отнюдь не вытекает из неё самой, мы вынуждены ещё раз рассмотреть существо вопросов, затронутых в письме М. Ф. Дейгена и К. Б. Толпыго.

1. Авторы утверждают, что в рецензии мы наставляли на «непрерывном и зонном характере энергетического спектра электрона... в протитивовес (подчёркнуто нами — С. Т.) рассмотрению, проведённому в монографии, согласно которому можно говорить о дискретном спектре электрона в поляризационной яме», и замечают далее, что только в адиабатическом приближении имеет смысл говорить об энергетических уровнях одного электрона. Ввиду этого они считают, что вопрос состоит в том, насколько применимо адиабатическое приближение к проблеме исследования движения электрона в кристалле.

По поводу этого пункта можно заметить, что М. Ф. Дейген и К. Б. Толпыго, видимо, поняли наше замечание не в том смысле, какой оно имело в рецензии. В рецензии в действительности речь шла не о противопоставлении непрерывного спектра точечному, а о противопоставлении зонного спектра непрерывному. В рецензии было указано, что энергетический спектр электрона и при учёте поляризации решётки полем электрона сохраняет зонную структуру, а не является непрерывным, как это получается в приближении метода эффективной массы.

Что касается вопроса о пригодности адиабатического приближения, то он к вопросу о характере спектра непосредственного отношения не имеет.

2. Следующее наше замечание, вызвавшее возражения со стороны М. Ф. Дейгена и К. Б. Толпыго, состояло в том, что если рассматривать движение полярона при непосредственном учёте периодического потенциала, а не в приближении метода эффективной массы, то его энергия будет периодической функцией квазиимпульса, а не квадратичной.

Это замечание имело в виду следующее: если мы возьмём то самое уравнение для электрона, движущегося в ионном кристалле, которое было использовано С. И. Пекаром (ур-ние (12.10)) и, не переходя к приближению метода эффективной массы, найдём собственные значения энергии именно для этого уравнения (оставляя в стороне вопрос о пределах его применимости), то мы получим для них зоны. Квадратичная же зависимость энергии полярона от его импульса является следствием использования приближённого метода эффективной массы. Возможно, что при «больших» скоростях полярона это уравнение неприменимо ввиду нарушения определённых условий. Но так как последние не вытекают из уравнения, то очевидно, что они не имеют отношения к вопросу о том, каков будет энергетический спектр полярона, если считать, что его движение описывается данным уравнением.

Далее мы заметили, что по этой причине и в поляронной теории должны сохраниться определённые черты обычной зонной схемы (ширина зон, расстояние между ними) и что нельзя говорить о том, что поляронная теория полностью ликвидировала все представления зонной схемы. Но, конечно, следует иметь в виду, что это будут поляронные зоны, с которыми, вследствие их специфичности, нельзя обращаться совершенно так же, как с обычными.

Неясно, почему это, в сущности, тривиальное замечание вызвало такие резкие возражения М. Ф. Дейгена и К. Б. Толпыго.

3. Рассматривая вопрос о характере энергетического спектра полярона в целом, мы попутно заметили, что здесь, как нам кажется, существенным будет учёт температурных членов и что этот вопрос в монографии почти не затронут (например, вопрос о смещении с температурой границы энергетического спектра полярона). Из текста рецензии без труда можно видеть, что речь идёт о поляронах, и неясно, почему по этому

вопросу М. Ф. Дейген и К. Б. Толпыго стали аргументировать температурной зависимостью  $F$ -полосы поглощения и другими вопросами, связанными с примесными центрами, о которых, кстати сказать, в рецензии речь шла особо.

4. Авторы письма считают ошибочным наше замечание о том, что использование метода эффективной массы повышает симметрию гамильтониана. Однако известно<sup>\*)</sup>, что, например, при наложении поля, обладающего симметрией куба, термы водородоподобного атома расщепляются. Это отличие является не количественным, а качественным, и на это и было обращено внимание в рецензии. Принимая во внимание, далее, что вероятности переходов в монографии вычисляются с той волновой функцией, которая определяется как решение уравнения, записанного в приближении метода эффективной массы (см. гл. II и гл. IV, например), видим, что наше замечание возражениями авторов не снимается.

Что же касается так называемой «теоремы 1:2:3:4», то она теряет свою силу не потому, что могут быть нарушены условия применимости метода эффективной массы, как полагают М. Ф. Дейген и К. Б. Толпыго, а потому, что просто не учитывается периодическое поле решётки, ибо в этом случае недостаточно лишь заменить истинную массу электрона на эффективную. В этом можно убедиться, рассматривая уравнение (12.10), а не приближённое уравнение (12.11) или (6.4).

5. Последнее замечание М. Ф. Дейгена и К. Б. Толпыго касается вопроса о том, что, по нашему мнению, может быть, было бы более целесообразным не сводить все экспериментальные данные в одну главу, а часть из них изложить параллельно с изложением теоретических результатов. Но это, в конце концов, дело вкуса автора и вряд ли стоит ещё об этом говорить.

*С. Тябликов*