

## ЛИТЕРАТУРА

1. Kondo J. — Prog. Theor. Phys., 1964, v. 32, p. 37.
2. Abrikosov A. A. — Physics, 1965, v. 2, p. 21.  
Suhl H. — Ibid., p. 39.
3. Fil'yov V. M., Wiegmann P. B. — Phys. Lett. Ser. A, 1980, v. 76, p. 283.
4. Andrei N. — Phys. Rev. Lett., 1980, v. 45, p. 379.
5. Wiegmann P. B. — J. Phys. Ser. C, 1981, v. 14, p. 1463.
6. Fateev V. A., Wiegmann P. B. — Phys. Lett. Ser. A, 1981, v. 81, p. 179.
7. Andrei N., Lowenstein J. H. — Ibid., p. 116.
8. Fateev V. A., Wiegmann P. B. — Phys. Rev. Lett., 1981, v. 46, p. 1595.
9. Zamolodchikov A. B., Zamolodchikov Al. B. — Ann. of Phys., 1979, v. 120, p. 253.
10. Wiegmann P. B. — Phys. Lett. Ser. A, 1981, v. 80, p. 163.
11. Tsvetick A. M., Wiegmann P. B. — J. Phys. Ser. C, 1982 (to be published).

537.311.33(048)

**С. А. Бразовский.** Теория проводящих полимеров. Большинство квазидимерных проводников является, по крайней мере при низких температурах, узкозонными диэлектриками. В комплексах с переносом заряда (КПЗ) и в полимере транс-полиакрилене, trans-(CH)<sub>x</sub>, образование диэлектрической щели на поверхности Ферми связано с деформацией решетки с волновым вектором  $2k_F$  (эффект Пайерлса)<sup>1</sup>. Эта деформация (димеризация в случае trans-(CH)<sub>x</sub>) является спонтанным нарушением симметрии, так что основное состояние системы вырождено — непрерывно для КПЗ с несоизмеримыми сверхструктурами и двукратно для trans-(CH)<sub>x</sub>. Это вырождение, а также специфически сильное взаимодействие электронных возбуждений вблизи краев спектра  $\pm \Delta$  с фононами приводит к принципиальным различиям свойств диэлектрика Пайерлса от обычных диэлектриков и полупроводников. Наиболее полная экспериментальная картина была получена в результате недавних исследований полиэнетиlena<sup>2</sup>.

Для trans-(CH)<sub>x</sub> установлено, что в результате оптической выкачки и легирования возникают глубоко автолокализованные состояния с электронными уровнями в районе центра запрещенной зоны. В чистом материале (по данным ЭПР и ЯМР) имеются носители спина, сохраняющие высокую подвижность до 4,2 К, но не дающие вклада в проводимость. Напротив, носители тока в легированном материале [(CH)A<sub>y</sub>]<sub>x</sub> не обладают спиновым моментом — отсутствует как парамагнетизм Кюри в области прыжковой проводимости,  $y < 0,005$ , так и парамагнетизм Паули в металлической области,  $0,005 < y < 0,05$ .

Эти данные находят объяснение в картине солитонных носителей спина и заряда. Аналитические и компьютерные расчеты стационарных состояний<sup>3</sup>,<sup>4</sup> и компьютерное моделирование динамики автолокализации<sup>3</sup> в модели Пайерлса для полиакрилена привели к следующим результатам:

Основными элементарными возбуждениями являются солитоны, соединяющие домены с противоположными знаками димеризации. В области солитона изменяется локальная плотность волновых функций заполненных электронных состояний с энергией  $E < -\Delta$ , в результате чего солитон приобретает заряд  $e^* = -e$  при нулевом спине  $s = 1/2$ . Квантовые числа солитона изменяются в зависимости от числа заполнения  $v = 0, 1, 2$  электронами локального уровня  $E = 0$ , существующего в потенциале солитона. Мы получаем бессpinовые носители заряда при  $v = 0,2$ ;  $e^* = -e, +e$ ;  $s = 0$  и незаряженные носители спина при  $v = 1, e^* = 0, s = 1/2$ . Топологический характер солитона объясняет исключительную анизотропию ( $\sim 10^6$ ) спиновой диффузии. Энергия солитона  $E_s = (2/\pi) \Delta < \Delta$ . Автолокализация электрон-дырочных ( $e - h$ ) = и ( $e - e$ ), ( $h - h$ )-пар происходит безбарьерно за время  $\sim \omega_{ph}^{-1} \sim 10^{-13}$  с и заканчивается образованием разбегающихся пар солитонов.

Для других полимеров (cis-(CH)<sub>x</sub> полифенилен, полидиакрилен и др.) структура полимерного скелета такова, что вырождение основного состояния отсутствует. При этом эффект автолокализации сохраняется, однако разлетание доменных степок становится невозможным, так как между ними открывается состояние с большей плотностью энергии<sup>4</sup>. Неразлетание ( $e - h$ )-пар объясняет разницу оптических свойств cis- и trans-(CH)<sub>x</sub>. Одновременно теория предсказывает существование связанных ( $e - e$ )- и ( $h - h$ )-пар (биполяронов). Это, возможно, объясняет отсутствие парамагнетизма в проводящем легированном полипироле<sup>5</sup>.

В несоизмеримых системах типа КПЗ возможно только существование спиновых незаряженных солитонов  $s = 1/2, e^* = 0$ , в то время как возбуждение зарядовой плотности становится безактивационным (прочитимость Фрёлиха).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Б у ла е в с к и й Л. Н. — УФН, 1975, т. 111, с. 263.
2. Heeger A. J., Mac Diarmid A. G. — In: Physics in One Dimension, Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1981.
3. Schrieffer J. R., Kivelson S. — Ibid.
4. Б разовский С. А., Кирова Н. Н. — В кн. Труды международной конференции по низкоразмерным синтетическим материалам.— 1981.—Т. 17, с. 171.
5. Peo M., Roth S., Hocker J. — Ibid, p. 133.