

УДК 620.179.16

ВОЛНЫ ЛЯВА В СЛОЕ МИКРОТРЕЩИНОВАТОЙ СРЕДЫ
НА УПРУГОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ

А. В. БУНАКОВ, А. В. КОСТЕРИНА

Научный руководитель К. Е. АББАКУМОВ, д-р техн. наук, проф.
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)
Санкт-Петербург, Россия

Как показал опыт проектирования современных средств неразрушающего ультразвукового контроля, наилучшие результаты достигаются при анализе контрольно-измерительных трактов для используемых методов контроля и измерений. Для их успешного анализа нужно иметь полное представление о характере волновых явлений, применяемых для получения полезной информации. Если материал контролируемых объектов отличается от однородного и изотропного, то это может сказаться на характеристиках волновых процессов в объекте контроля, сделать их более сложными.

В отличие от электромагнитных волн, упругие волны, используемые в системах контроля и измерений с помощью ультразвука, обладают существенно большим разнообразием физических характеристик. В отдельных случаях могут возникать ситуации их аномального распространения в условиях, которые могут отличаться от данных по литературным источникам.

Волны Лява до настоящего времени в практике ультразвуковых измерений применялись не слишком широко, однако в дальнейшем, с учетом возможности появления новых материалов, обладающих выраженной слоистой структурой, их применение может быть расширено. Как известно [1], волна Лява представляет собой разновидность нормальных поперечных волн с поляризацией типа SH, распространяющихся в упругом слое, расположенном на поверхности упругого полупространства. В [1] показано, что в случае однородных и изотропных материалов слоя и полупространства волны Лява могут формироваться только в случае так называемого замедляющего слоя, т. е. когда скорость объемных поперечных волн в материале слоя будет меньше такой же скорости в материале полупространства.

В [2, 3] показано, что если упругая среда содержит упорядоченную «трещиноватость», то распространяющиеся в ней объемные волны могут заметно отличаться по параметрам от волн в исходной, «невозмущенной» среде.

Если выбрать в качестве вмещающей (невозмущенной) среды углеродистую сталь плотностью $\rho = 7,8 \cdot 10^3$ кг/м³, скоростью продольных волн $c_l = 5920$ м/с, скоростью поперечных волн $c_t = 3230$ м/с и представить, что внутри нее находится «решетка» пронизаемых для ультразвука плоскостных трещино-подобных неоднородностей, то можно показать степень изменения фазовых скоростей объемных волн в зависимости от параметров несплошностей. Отличительной особенностью примененных моделей трещин является выполнение на соприкасающихся поверхностях трещин граничных условий типа «линейного

скольжения», соответствующих возможной неполной передаче упругих напряжений [3]. При построении модели трещины учитывалось, что выступы микронтактов их шероховатых поверхностей замещались объектами полусферической формы радиуса a . Для вычислений выбирались следующие значения параметров: частоты $f = 1,25$ МГц, радиуса полусфер $a = 0,5$ мм, среднее расстояние между плоскостями несплошностей $h = 2$ мм. Результаты вычислений представлены на рис. 1.

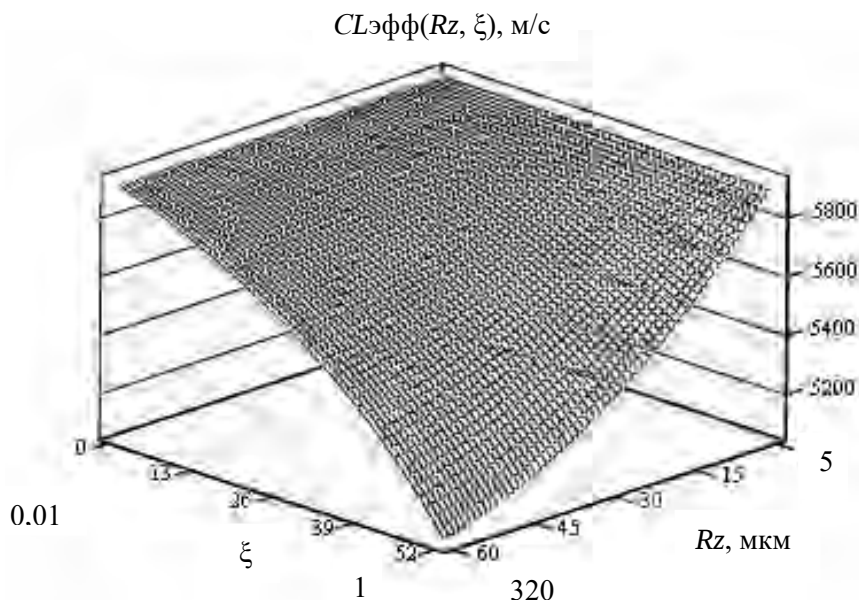


Рис. 1. Зависимость фазовой скорости эффективной продольной волны от параметров шероховатости Rz и коэффициента перфорации трещиноподобной несплошности ξ

Как следует из графиков, фазовая скорость продольной волны будет уменьшаться с ростом параметра шероховатости Rz и коэффициента перфорации ξ , т. е. степени «густоты» микротрещин, что соответствует данным практических измерений. Аналогичные зависимости получены и по отношению к фазовой скорости поперечных волн, что подтверждает гипотезу о возможности формирования волны Лява для системы «трещиноватая» сталь – однородная сталь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Викторов, И. А.** Звуковые поверхностные волны в твердых телах / И. А. Викторов. – М. : Наука, 1981. – 287 с.
2. **Аббакумов, К. Е.** Инновационная модель трещиноподобной несплошности металлургического происхождения в листовом прокате / К. Е. Аббакумов, А. В. Вагин, И. Г. Сидоренко // Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов : сб. ст. 9 Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 26–27 сент. 2024 г. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2024. – С. 6–10.
3. Модель формирования акустических характеристик твердых сред с упорядоченной трещиноватостью / К. Е. Аббакумов, А. В. Вагин, А. А. Вьюгинова [и др.] // Известия вузов России. Радиоэлектроника. – 2023. – Т. 26, № 6. – С. 94–102.