

نظریه‌ی پولیش موج-پایه

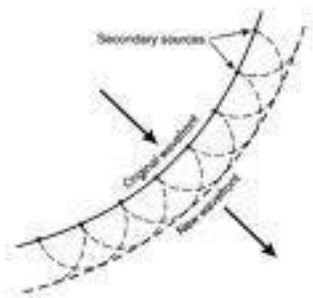
در ابتدا فرض می‌کنیم که یک باریکه‌ی نور متشکل از شعاع‌های بسیار نازکی از نور است. هنگامی که یک باریکه‌ی موازی شده از نور تحت یک زاویه‌ی معین بر یک سطح پولیش شده فرود می‌آید تحت زاویه‌ای مساوی از آن سطح بازتاب خواهد شد. اگر سطح فرودی به‌جای براق بودن ناهموار باشد، قسمت‌های مختلف یا درواقع شعاع‌های مختلف باریکه در جهت‌های مختلف، که به جهت‌گیری سطوح کوچک ناهمواری محل فرود باریکه دارد، بازتاب خواهند شد. بنابراین سطح به‌صورت مات، و نه صیقلی، به نظر می‌رسد.



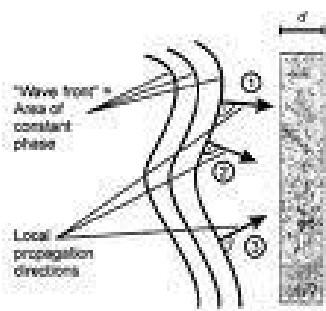
برای ایجاد یک سطح تخت پولیش شده باید یک حرکت نوسانی و دورانی آزاد به یک ابزار تخت روی سطح کار در حال چرخش در حالی بدهیم که پودری از دانه‌های ساینده‌ی هم‌اندازه (مخلوط شده در آب) بین سطح ابزار و سطح کار وجود داشته باشد. این دانه‌ها بر اثر حرکتشان و فشار روی شیشه، سطح شیشه را در ابعادی قابل قیاس با اندازه‌هایشان می‌شکنند، و لذا سطح تختی به‌دست خواهد آمد که دارای ناهمواری‌هایی خواهد بود که بزرگی آنها از مرتبه‌ی ابعاد دانه‌هاست؛ اگر اندازه‌ی هر دانه‌ی در حال کار در حدود ده میکرون باشد سطح به‌دست آمده مات خواهد بود و پروسه‌ی کاری اسموتینگ نام دارد، و اگر، بعد از اسموتینگ، اندازه‌ی هر دانه‌ی در حال کار در حدود یک میکرون باشد سطح به‌دست آمده صیقلی خواهد بود و پروسه‌ی کاری پولیشینگ نام دارد. بدین ترتیب می‌بینیم که حتی یک سطح صیقلی سطحی خشن دارد که اندازه‌ی ناهمواری آن از مرتبه‌ی اندازه‌ی دانه‌های ساینده‌ی پولیشینگ است. و واضح است که شکل ناهمواری سطح بعد از پولیشینگ باید مشابه شکل ناهمواری آن بعد از اسموتینگ باشد.

حال اگر نظریه‌ای که در ابتدا برای بازتاب (بر اساس در نظر گرفتن باریکه‌ی نور به‌عنوان مجموعه‌ای از شعاع‌های نوری) ارائه شد صحیح باشد، چرا باید ما سطح کار را بعد از پولیشینگ به‌صورت یک سطح (صیقلی) بازتابان ببینیم درحالی‌که سطح مشابه آن بعد از اسموتینگ مات است؟ (می‌دانیم که برطبق این نظریه آنچه باعث می‌شود که یک سطح براق باشد کوچکی ناهمواری سطح نیست بلکه عدم وجود ناهمواری است یعنی عدم وجود زاویه‌هایی قطع کننده‌ی امتداد سطح). وجود چنین تناقضی بین نظریه‌ی

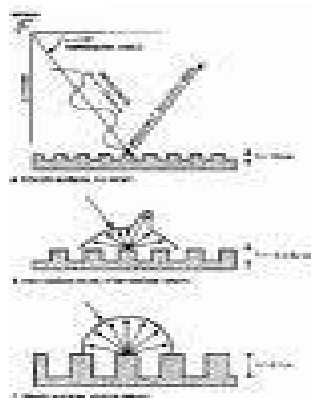
مذکور و آنچه در عمل، یک سطح کار شده با پودر پولیشینگ را براق نشان می‌دهد باعث خلق نظریه‌های توجیه‌کننده‌ی جاری شدن غیرگرمایی سطح (Beilby و دیگران) [1, 2, 3] و تشکیل یک سطح ژل سیلیکا (SiOH) توسط هیدرولیز (Grebenshchikov و دیگران) [4] شده است که در یکی گفته می‌شود سطح جامد جاری می‌شود و ناهمواری‌های سطح را پر می‌کند تا یک سطح براق هموار تولید شود و در دیگری گفته می‌شود که این کار با ژل سیلیکای به‌وجود آمده انجام می‌گیرد. این نظریه‌ها و دیگر نظریه‌های مشابه در این رابطه، به‌روشنی اثبات نشده‌اند و بیشتر حکم پبیشنهاد را دارند.



برای حل این مسئله نخست به‌درستی، یک سطح براق را تعریف می‌کنیم. برای این کار لازم است درک درستی از فیزیک بازتاب داشته باشیم تا بعد از آن بتوانیم یک سطح براق را به‌عنوان یک سطح بازتابان تعریف کنیم. اشاره به شعاع‌های نوری در حال انتشار در خطوط مستقیم که شبیه توپ‌هایی عمل می‌کنند که بعد از برخورد به دیوار پس زده (یا منعکس) می‌شوند مطمئناً زیبنده‌ی یک فیزیکدان به هنگام تلاش برای تعریف بازتابش نیست زیرا قاعدتاً او از طبیعت موجی نور آگاه است. پس، بیایید یک جبهه‌ی موج تخت (به‌جای تصور باریکه) در نظر گیریم که به مولکول‌های (سطحی که قرار است براق شود) واقع در یک سطح هندسی تخت تحت یک زاویه‌ی معین می‌رسد. مولکول‌های در معرض قرار گرفته چشمه‌هایی برای تابش موجک‌های (هویگنس) کروی [5] خواهند بود به‌گونه‌ای که پوش آنها همان جبهه‌ی موج موج منعکس شده است. روشن است که چون مولکول‌ها بر یک سطح واقع شده‌اند زاویه‌ی بازتابش برابر با زاویه‌ی تابش است، و به بیان دقیق‌تر در زوایای دیگر بازتابش پوش تختی از موجک‌های انتشار یافته‌ی مرئی وجود ندارد.



به این ترتیب شرط بازتابش این است که مولکول‌های سطح بازتابان همسطح باشند. تلرانس این همسطحی چقدر است؟ به وضوح اگر این مولکول‌ها تنها به میزان بسیار کمی ناهمسطح باشند می‌توانیم همان جبهه‌ی موج تخت بازتابیده را، هرچند نه با همان کیفیت ایده‌آل، تحت همان زاویه‌ی بازتابش داشته باشیم. این تلرانس، کسر کوچکی از طول موج فرودی است. به این ترتیب مولکول‌های اطراف یک سطح تخت ایده‌آل در فواصل عمودی‌ای کوچک‌تر از کسری از طول موج، می‌توانند جبهه‌ی موج تخت فرود آمده بر خود را به‌صورت جبهه‌ی موج بازتابیده‌ی تخت قابل قبول، تحت زاویه‌ای برابر با زاویه‌ی فرود منعکس کنند. این مولکول‌ها می‌توانند مولکول‌های همه‌ی سطوح کوچک ناهمواری یک سطح تخت (صیقلی) باشند به شرطی که عمق گودالک‌ها کمتر از همان کسر طول موج باشد. بنابراین تعجبی ندارد که درحالی‌که با مشاهده به‌وسیله‌ی یک میکروسکوپ الکترونی شیارهای ردّ اثر افتاده توسط دانه‌های ساینده‌ی پودر پولیش، یا به عبارت دیگر ناهمواری‌های سطح صیقلی (پولیش شده) ناشی از پودر پولیش، قابل رؤیت است، سطح، با چشمان غیرمسلح یا حتی با میکروسکوپ‌های نوری، صیقلی و براق و بدون خش دیده می‌شود. این شیارها و ناهمواری‌ها توسط چیزی پر نمی‌شوند بلکه دیده نمی‌شوند.



بر اساس معیار ناهمواری رالی اگر عمق هر ناهمواری نسبت به امتداد سطح بازتابان h باشد و زاویه‌ی حادثه بین جبهه‌ی موج تخت فرودی و سطح بازتابان T باشد، آنگاه عمق ناهمواری نسبت به (امتداد) جبهه‌ی موج فرودی $h \cdot \cos T$ خواهد بود، و به همین علت است که برای باریکه‌های خراشان (که در آنها T به سمت 90 درجه میل می‌کند) سطح (بازتابان) بازتابان‌تر است. همچنین یک ناهمواری برای یک طول موج بلند بازتابان‌تر است تا برای یک طول موج کوتاه زیرا عمق ناهمواری برای اولی کسر کوچکتری از طول موج است تا برای دومی.

چنانکه می‌بینیم نظریه‌ی ذره‌ای نور واقعاً نمی‌تواند وجود سطح صیقلی را توجیه کند درحالی‌که نظریه‌ی موجی نور این کار را به‌خوبی انجام می‌دهد.

- [2] F. Twyman, Prism and Lens Making, Hilger and Watts, 2nd edn., 1951
- [3] Colonel Charles Deve, Optical workshop principles, Hilger and Watts, Ltd, 1954
- [4] Douglas F. Horne, Optical production technology, Adam Hilger Ltd, Bristol, 2nd edition, 1983
- [5] Eugene Hecht, Alfred Zajak, Optics, Addison-Wesley, 1974