ستاد ملی هفته پژوهش و فناوری

دانشگاه بوعلی سینا
دانشکده مهندسی

گروه آموزشی مکانیک،
دانشکده مهندسی،
دانشگاه بوعلی‌سینا،
همدان

بررسی اثر تغییر زاویه وب روی سختی‌ها و خیز صفحات ساندویچ پانل کامپوزیتی با هسته موجدار

- استاد راهنما: دکترمهدی‌شعبان
- محمدسجاد شمسی‌منصف، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه بوعلی سینا

ایمیل نویسنده :
Shamsi.sajad785@gmail.com

چکیده

در این پژوهش تغییرات سختی و خیز صفحات ساندویچ پانل کامپوزیتی با هسته موج‌دار، با توجه به تغییرات پارامتر هندسی زاویه وب، مورد بررسی قرار گرفته‌است.

ماده تشکیل دهنده صفحات و وب‌ها، الیاف کربن- اپوکسی تقویت شده با زاویه $[0/90]_s$ و با ساختار لایه‌لایه می‌باشد.

هندسه هسته از مثلثی تا مستطیلی متغیر است و زاویه تمایل وب از کمترین مقدار (۴۵ درجه) تا بیشترین مقدار (۹۰ درجه) افزایش می‌یابد.

سطح مقطع پانل یا به عبارتی جرم پانل، ثابت نگه‌داشته می‌شود تا بتوان تنها اثر پارامتر هندسی زاویه وب را به صورت مستقیم مقایسه‌کرد.

صفحات ساندویچ حاوی یک هسته موج‌دار یک طرفه با سلول واحد تکرار شده است.

پارامتر های هندسی شامل ضخامت صفحات، ضخامت وب، زاویه تمایل وب، گام و فاصله مرکز صفحه (center distance) می‌باشند.

پاسخ سختی صفحات و خیز با محاسبه ماتریس سختی اول یک صفحه همگن معادل محاسبه می شود.

کلمات کلیدی: پانل ساندویچی- هسته موج‌دار- پانل کامپوزیتی- الیاف کربن- اپوکسی تقویت شده

مقدمه

صفحات ساندویچی مزایای قابل‌توجهی در کاربردهای سازه‌ای دارند که ناشی از سختی خمشی بالاتر در هر واحد در مقایسه با صفحات یکپارچه است[۱].

ساختمان پانل‌های ساندویچی‌کامپوزیتی شامل دو صفحه نازک و هسته است. صفحات می‌توانند یکپارچه و یا با ساختار لایه‌لایه کامپوزیتی باشند.

ساختمان هسته در انواع مختلفی وجود دارد. نوعی از ساختار های ساندویچی، دارای هسته با شکل موج‌دار است، که می‌تواند به صورت‌های متنوعی مانند مثلثی، ذوزنقه‌ای، سینوسی و متخلخل، طراحی و ساخته شود.

کاربردهای چنین ساختار های ساندویچی، در صنایع هوایی، کشتی سازی، ساختمان‌سازی و حمل و نقل زمینی می‌باشد. اخیراً پژوهش‌هایی در زمینه تجزیه‌وتحلیل پانل‌های ساندویچی با هسته موج‌دار فلزی از نظر استحکام ، کنترل لرزش ، کنترل صدا (نویز) و مقاومت در برابر انفجار منتشر شده است[۶-۲].

مطالعه حاضر کار مارتینز و همکاران [۷] را با توجه به اثر پارامتر هندسی زاویه وب بر روی سختی و خیز صفحه کامپوزیتی ساندویچی با هسته موج‌دار گسترش می‌دهد.

روش انجام تحقیق

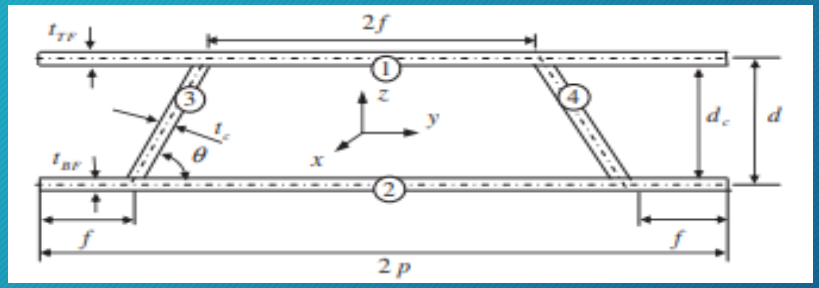
بررسی‌ها با استفاده از سلول واحد نشان داده شده در شکل ۱ انجام می‌شود.

سلول واحد از دو صفحه نازک (به عنوان اعضای ۱و۲ در شکل ۱ نشان داده شده اند.) و یک موج یک‌طرفه شامل دو وب (به عنوان اعضای ۳و۴ در شکل ۱ نشان داده شده اند.) در هسته تشکیل شده است.

سیستم مختصات xyz در مرکز سلول سلول قرار دارد. سلول واحد نسبت به صفحه xz متقارن است و محور y عمود بر جهت موج می‌باشد.

ماده‌ی تشکیل دهنده صفحات و شبکه ها لایه های کامپوزیتی تقویت شده کربن-اپوکسی متقارن با ساختار لایه‌لایه [۰/۹۰] می‌باشد.

لایه های ۰ و۹۰ در این ساختار لایه‌لایه به ترتیب در جهت x و y قرار دارند.



شکل ۱ - سلول واحد با ضخامت صفحات برابر

فرضیه‌ها

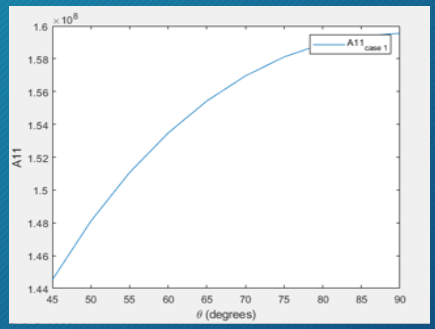
۱- ضخامت لایه ها با هم برابر می‌باشند.

۲- سطح مقطع پانل یا به عبارتی جرم پانل، ثابت نگه‌داشته می‌شود تا بتوان تنها اثر پارامتر هندسی زاویه وب را به صورت مستقیم مقایسه‌کرد.

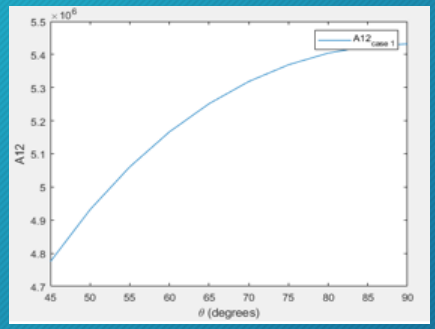
۳- ماده تشکیل دهنده صفحات و وب‌ها، الیاف کربن- اپوکسی تقویت شده با زاویه $s[۰/۹۰]$ و با ساختار لایه‌لایه می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

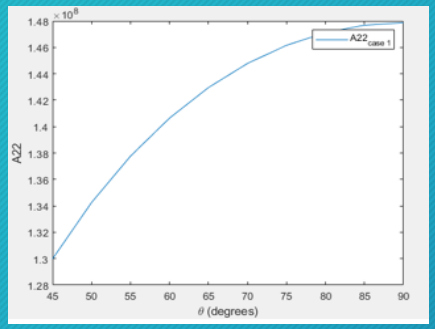
با استفاده از نرم افزار متلب و کدنویسی های مربوط به مبحث کامپوزیت و پوسته ها و ورق ها و همینطور اعتبار سنجی خروجی‌های بدست آمده، نمودارهای سختی های برشی، سختی های خمشی و بیشترین خیز پانل ساندویچی نسبت به زوایای مختلف (از ۴۵ تا ۹۰ درجه) به شرح زیر می‌باشد:



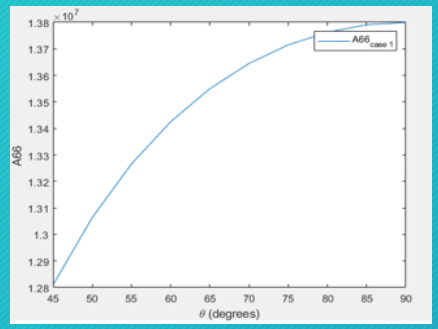
شکل ۲- تغییرات سختی کششی A_{11} با افزایش زاویه وب



شکل۳- تغییرات سختی کششی A_{12} با افزایش زاویه وب

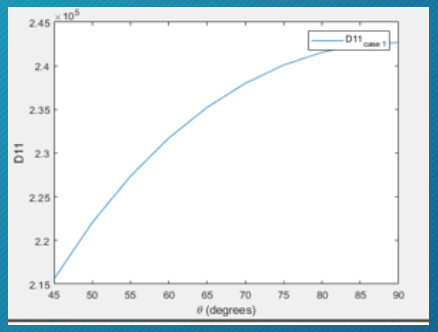


شکل۴- تغییرات سختی کششی A_{22} با افزایش زاویه وب

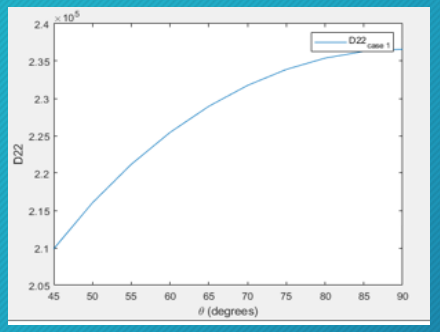


شکل۵- تغییرات سختی کششی A_{66} با افزایش زاویه وب

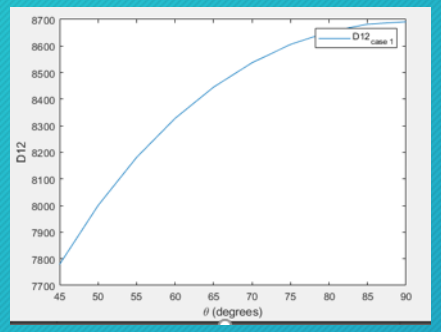
بحث و نتیجه گیری



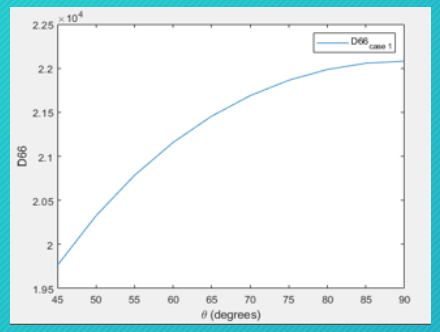
شکل۶-تغییرات سختی خمشی D_{11} با افزایش زاویه وب



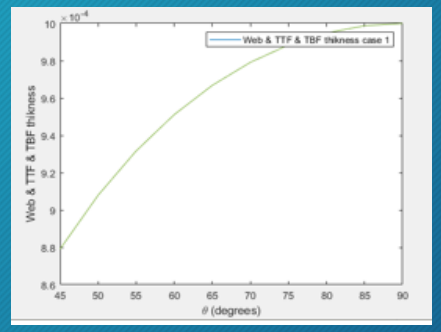
شکل۷- تغییرات سختی خمشی D_{22} با افزایش زاویه وب



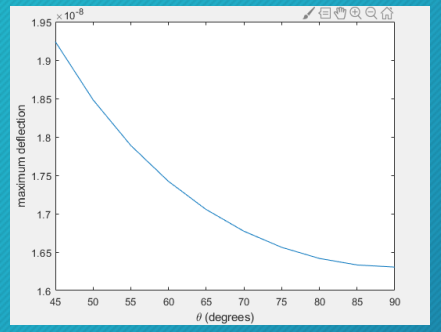
شکل۸- تغییرات سختی خمشی D_{12} با افزایش زاویه وب



شکل۹- تغییرات سختی خمشی D_{66} با افزایش زاویه وب



شکل۱۰-تغییرات ضخامت وب و صفحات با افزایش زاویه وب



شکل۱۱-تغییرات بیشترین خیز صفحه با افزایش زاویه وب

بحث و نتیجه‌گیری

- باتوجه به نتایج موجود به‌صورت صریح مشاهده می‌شود که با افزایش زاویه وب از ۴۵ تا ۹۰ درجه شاهد افزایش سختی های برشی و خمشی و همینطور کاهش بیشترین خیز پانل ساندویچی مورد بررسی هستیم.
- بنابراین در زاویه وب ۴۵ درجه، بیشترین خیز پانل در بیشترین مقدار خود بوده و سختی‌های برشی و خمشی در کمترین مقادیر خود هستند و همینطور در زاویه وب ۹۰ درجه، بیشترین خیز پانل در کمترین مقدار خود و سختی های برشی و خمشی در بیشترین مقدار خود مشاهده شده‌اند.

منابع

1. Zenkert, D. (1995). An introduction to sandwich construction. Engineering materials advisory services.
2. Valdevit, L., Wei, Z., Mercer, C., Zok, F. W., & Evans, A. G. (2006). Structural performance of near-optimal sandwich panels with corrugated cores. International Journal of Solids and Structures, 43(16), 4888-4905.
3. Côté, F., Deshpande, V. S., Fleck, N. A., & Evans, A. G. (2006). The compressive and shear responses of corrugated and diamond lattice materials. International Journal of Solids and Structures, 43(20), 6220-6242.
4. El-Raheb, M. (1997). Frequency response of a two-dimensional trusslike periodic panel. The Journal of the Acoustical Society of America, 101(6), 3457-3465.
5. Kim S, Pack I, Kim J. Sound insulation performance of the corrugated and extruded panels for railway vehicles. In: Proceedings of international congress on sound and vibration (ICSV 15), Daejeon, Korea; 6–10 July 2008. p. 950–57.
6. Liang, C. C., Yang, M. F., & Wu, P. W. (2001). Optimum design of metallic corrugated core sandwich panels subjected to blast loads. Ocean Engineering, 28(7), 825-861.
7. Martinez, O. A., Sankar, B. V., Haftka, R. T., Bapanapalli, S. K., & Blosser, M. L. (2007). Micromechanical analysis of composite corrugated-core sandwich panels for integral thermal protection systems. AIAA journal, 45(9), 2323-2336.