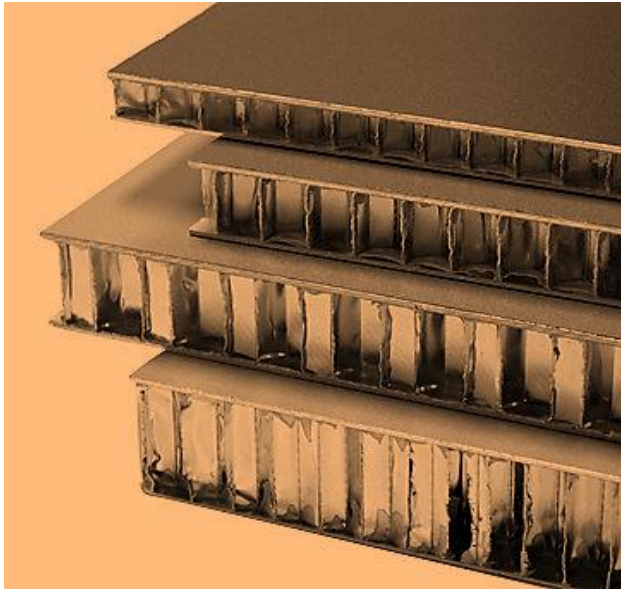
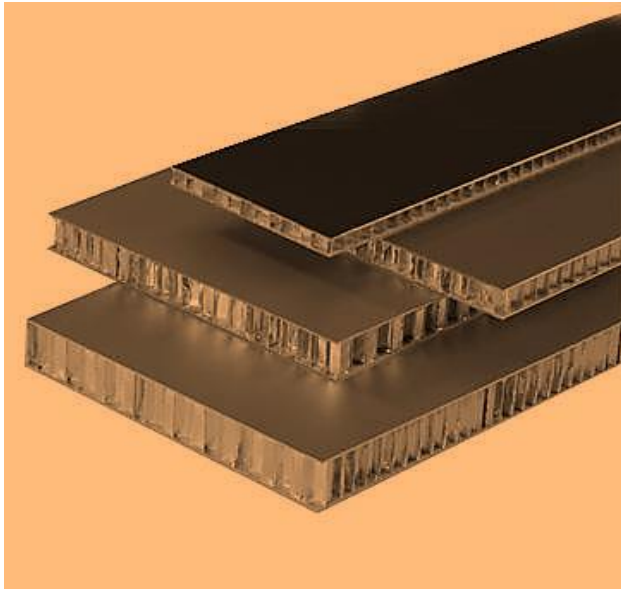
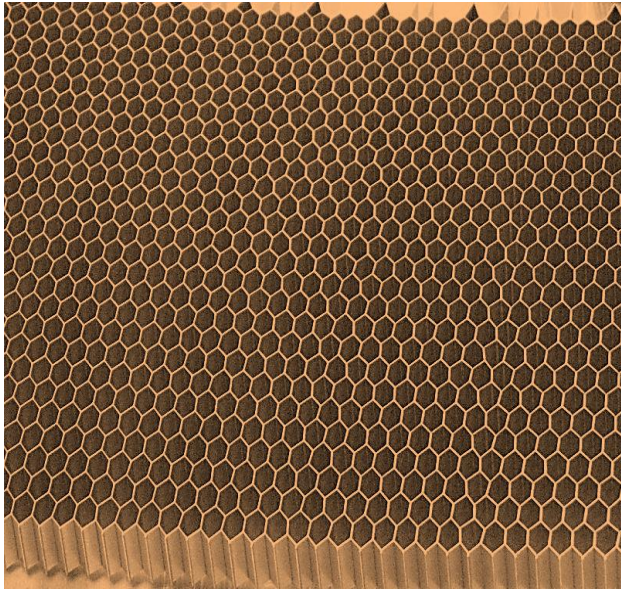
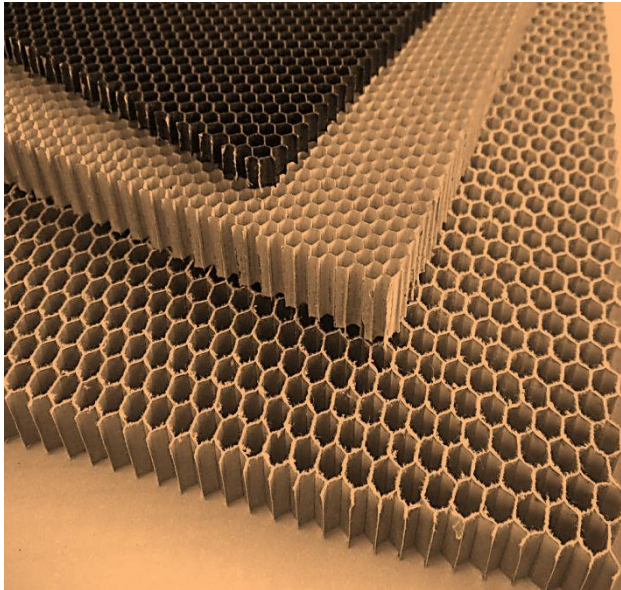


گروه مهندسی ساپک
(کارشناسان ارشد دانشگاه تهران و علم و صنعت)





گروه مهندسی ساپک برای اولین بار در کشور محصول ارزشمندی به نام لانه زنبوری یا هانیکام (honeycomb) را تولید کرده است. این گروه با دانش فنی مناسب و تلاش بی وقفه، مراحل تولید محصول فوق را طی نموده است. ابداع در تئوری فرآیند ساخت و تولید، طراحی و ساخت دستگاه تولیدکننده محصول و تولید نمونه های اولیه و نهایی را می توان از جمله مراحل تولید محصول یادآور شد.

نگاه به آینده

به دلیل خواص متنوع و مناسب این محصول، استفاده از آن امروزه در خارج از کشور در زمینه های مختلف صنعت، به طور چشمگیری رواج دارد؛ اما متأسفانه در کشور با توجه به نیاز ضروری بخش صنعت به این محصول توجه کافی نشده است، بنابراین گروه مهندسی ساپک سعی در ارائه این محصول داشته است. تا در آینده نیازهای متنوع بخش صنعت کشور در این زمینه را پاسخگو باشد.

دانش فنی و ارائه خدمات

این گروه مهندسی بواسطه ی حضور متخصصین و مهندسین توانمند، از دانش فنی مناسبی برخوردار است. لذا خدماتی از جمله تولید محصولات با کیفیت مطلوب، مشاوره در مورد نحوه ی استفاده و نصب محصول و جایگزین کردن این محصول با محصولات قدیمی و سنتی، بررسی شرایط کارکرد محصول و ارائه محصولی متناسب با آن شرایط و غیره را ارائه خواهد داد.

پروژه های انجام شده

به طور کلی هانیکام خواص مهندسی گوناگونی دارد. از جمله این خواص می توان نسبت استحکام به وزن بالا، مقاومت به ضربه بسیار خوب، عایق صوتی را نام برد؛ بنابراین هانیکام را می توان به عنوان هسته ی ساندویچ پنلها و یا در هر ساختاری که به ویژگی های مهندسی مذکور نیاز باشد به کار برد. پروژه و فعالیت های گروه مهندسی

سایک با توجه به گذشت تنها یک سال از تولید نمونه‌های اولیه از این محصول بسیار چشمگیر و نوید بخش برای صنعت ملی است.

از جمله فعالیت‌ها و کاربردهای این محصول که توسط این گروه مهندسی انجام شده است، می‌توان به ساخت بدنه و سپرهای بسیار مقاوم با جذب انرژی بالا برای خودروهای نظامی و خودروهای اسپرت خیابانی، ساخت پنل‌های خورشیدی مقاوم در برابر محیط‌هایی که باد با سرعت بالا در آن‌ها می‌وزد، ساخت رادارهای ضد موشکی، ساخت پنل‌های مقاوم به حرارت بالا در صنایع چاپ پارچه، اشاره کرد.

در همگی این فعالیت‌ها هانیکام به عنوان هسته کاربرد دارد. همچنین این گروه مهندسی توان و علاقه خود را در زمینه صنایع کشتی‌سازی (بدنه، اسکلت داخلی، عرشه، پله‌ها) و صنایع هوایی (تعمیر بدنه هواپیما و هلی‌کوپتر سازی) اعلام می‌دارد.

مقدمه

با توسعه‌ی فناوری و صنعت در دنیا، محصولات و مصنوعات متعددی برای پاسخ به نیازهای جوامع بشری ابداع و تولید می‌شوند. گاهی اوقات بعضی از محصولات به صورت غیر مستقیم توسط مصرف‌کننده، مورد استفاده قرار می‌گیرند، که محصولات واسطه‌ای نامیده می‌شوند. محصولات واسطه‌ای توسط مواد اولیه (مواد خام) تولید می‌شوند و برای مصرف‌همانند یک ماده اولیه برای تولید یک محصول نهایی مورد مصرف قرار می‌گیرند. به طور کلی محصولات واسطه‌ای بسیار متنوع و متعدد هستند و معمولاً به عنوان اجزاء یک دستگاه و یا ساختمان بکار گرفته می‌شوند. به عنوان مثال، هر یک از قطعات خودرو از یک ماده اولیه (ماده خام) تشکیل شده‌اند و به طور مستقیم هم مورد مصرف واقع نمی‌شوند بلکه تمامی این قطعات در کنار یکدیگر و با یک چیدمان مشخص یک خودرو را تشکیل می‌دهند و در انتها خودرو توسط مصرف‌کننده‌ی نهایی استفاده می‌شود. بنابراین می‌توان خودرو را محصول نهایی و هر یک از قطعات آن را محصول واسطه‌ای دانست.

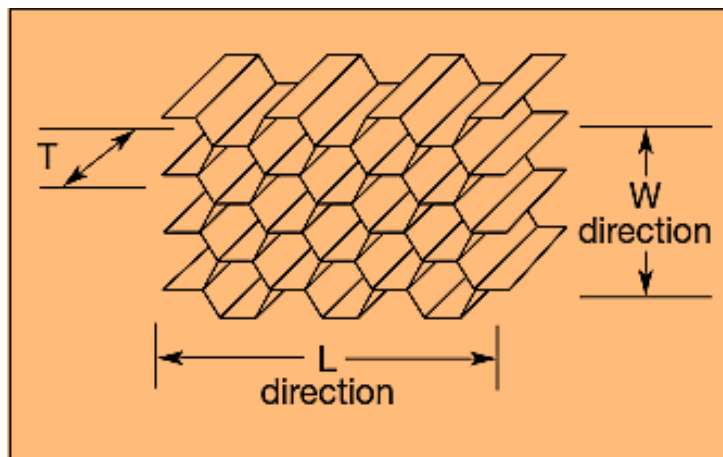
در حال حاضر و همچنین آینده نیاز کشور به تولید محصولات واسطه‌ای، بر کارشناسان و دست‌اندرکاران بخش صنعت و تولید، پوشیده نیست. بخش وسیعی از این محصولات با مواد اولیه موجود در کشور قابل تولید هستند و با تولید آنها می‌توان وابستگی کشور را به بازارهای خارجی کاهش داد. به دلیل عدم توجه مناسب به نقاط قوت داخلی از جمله ذخایر ملی، نیروی انسانی

متخصص و توانمند، تعدد و تنوع واحدهای صنعتی، نیاز روز افزون بازار داخلی و غیره، تولیدکنندگان داخلی توان رقابت با حجم وسیع واردات این محصولات را نخواهند داشت.

در این میان یکی از بی‌شمار محصولات واسطه‌ای، لانه زنبوری آلومینیمی (Aluminum Honey Comb) است که اغلب به عنوان هسته (Core) در کامپوزیت‌های آلومینیمی (Sandwich Panel) کاربرد دارند.

هسته‌های ۶ ضلعی (لانه زنبوری)

لانه زنبوری‌های استاندارد دارای سلول‌های ۶ وجهی هستند که با مواد فلزی و یا غیر فلزی ساخته می‌شوند.

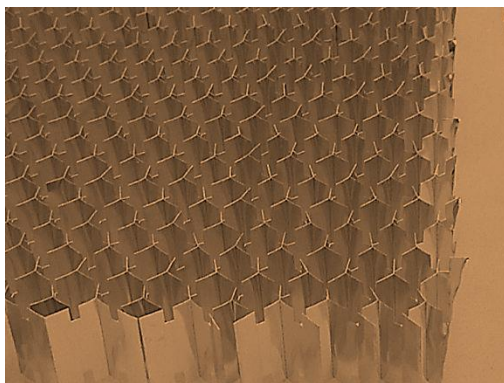


جنس لانه زنبوری

۱- آلومینیم (Al)

- فویل آلیاژی ۱۱۱۰، ۳۰۰۳، ۵۰۵۲، ۵۰۵۶ و ۸۰۱۱ با ضخامت‌های ۳۰ تا ۱۰۰ میکرون

که معمولا دارای یک لایه مقاوم به خوردگی می‌باشند و از نسبت استحکام به وزن مناسبی هم برخوردارند. مزایای عمده این نوع عبارتند از: قیمت پایین، بالاترین میزان جذب انرژی، بالاترین میزان نسبت استحکام به وزن، نازک‌ترین اندازه دیواره سلول، صافی سطح دیواره‌های سلول، هادی حرارت، محافظ الکتریکی، قابلیت ماشین‌کاری مناسب.



۲- فایبرگلاس (Fiberglass Reinforced)

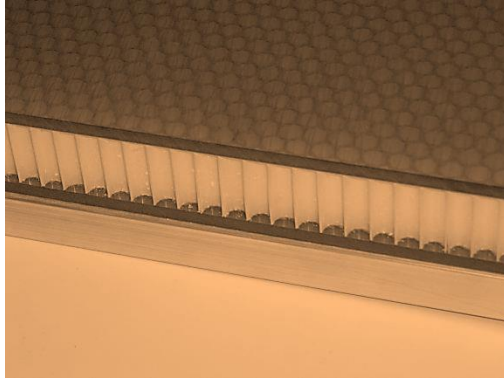
- در انواع مختلف HRF-327، HFT، HRP و HDC-F

که دارای مقاومت حرارتی بالا و دانسیته پایین می‌باشند. مزایای عمده این نوع عبارتند از: استحکام چند بعدی در سازه‌های مرتعش، شکل‌پذیری حرارتی مناسب، عایق‌کاری.

۳- فایبر آرامید و نومکس (Aramid Fiber Reinforced & Nomex)

- در انواع مختلف HRH-10، HRH-310، HRH-78 و HRH-49

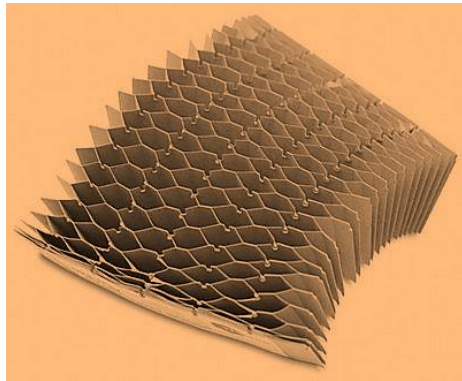
که معمولا دارای استحکام و چقرمگی بالا و ضد حریق هستند. مزایای عمده این نوع عبارتند از: ضد حریق بودن، تنوع ابعاد سلول‌ها، دانسیته و استحکام، شکل‌پذیری مناسب، عایق‌کاری.



۴- کورکس آرامید (KOREX)

• از نوع آرامیدهای کاغذی

که معمولا نسبت استحکام به وزن بالاتری دارند و از انواع فایبرگلاسها جذب رطوبت کمتری دارند.



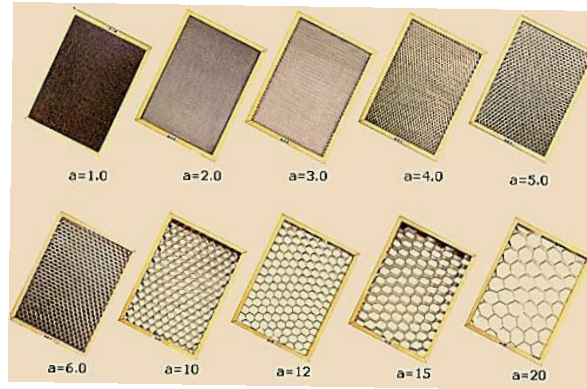
ویژگی‌های لانه زنبوری

۱- مواد سازنده

۲- شکل سلول‌ها

۳- اندازه سلول‌ها

۴- دانسیته



پارامترهای تعیین کننده در نوع محصول

- | | | |
|--|-------------------------------|----------------------|
| ۱- قیمت تمام شده (ارزش بر کارایی) | ۲- ابعاد نهایی | ۳- ضخامت دیواره سلول |
| ۴- استحکام (فشاری، ضربه، برش، خستگی، بار گسترده) | ۵- میزان رطوبت | ۶- رنگ مورد نیاز |
| ۷- میزان پرتو ماورای بنفش در محیط | ۸- مواد شیمیایی موجود در محیط | ۹- میزان حرارت محیط |
| ۱۰- قابلیت ماشین کاری و شکل پذیری | ۱۱- انتقال یا عایق حرارت | ۱۲- هدایت الکتریکی |
| ۱۳- فرسایش و خراشیدگی در محیط | ۱۴- احتمال احتراق | ۱۵- صافی سطح |

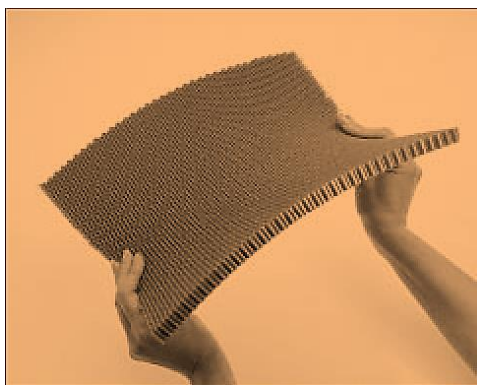
ویژگی های منحصر به فرد لانه زنبوری

۱- شکل پذیری و قابلیت خم شدن

گاهی برای تولید قطعاتی که اشکال خاص و پیچیده دارند، شکل پذیری پارامتر پر اهمیتی است. امروزه ورق های نازک آلومینیمی که ضخامت های در حدود ۱mm تا ۲mm دارند، به راحتی شکل دهی می شوند و همچنین لانه زنبوری قابلیت شکل پذیری مناسبی دارد. در نتیجه می توان یک

کامپوزیت آلومینیمی با ضخامت ۲۰mm تولید نمود که از شکل و فرم پیچیده و خاصی برخوردار است. ولی برای شکل دهی فولاد با همان ضخامت (۲۰mm)، انرژی به شدت بالایی باید صرف شود.


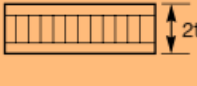
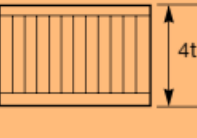
به دلیل شکل خاص صفحات لانه زنبوری، قابلیت خم شدن تا ۹۰ درجه را دارا هستند که به هسته‌های انعطاف‌پذیر معروف می‌باشند.



۲- نسبت استحکام به وزن

افزایش نسبت استحکام به وزن، هم در سازه های استاتیکی و اسکلت‌ها از جمله ساختمان‌ها، آسمان‌خراش‌ها، پل‌ها، سکو های نفتی و غیره و همچنین در سازه های دینامیکی و ماشین‌ها از قبیل خودرو، قطار، کشتی، هواپیما و غیره از اهمیت خاصی برخوردار است. این نسبت از دو دیدگاه مقاومت مصالح و صرفه جویی در سوخت و انرژی بسیار مهم قلمداد می‌شود. بنابراین به مقایسه نسبت استحکام به وزن یک ورق فولادی با یک کامپوزیت‌های آلومینیمی (Aluminum Sandwich Panel) پرداخته شده است. همان طور که در شکل قابل مشاهده است، دو قطعه فولادی و کامپوزیتی تحت بار خمشی (Bending Load) یکسان قرار دارند و همچنین ضخامت هر دو قطعه

به یک اندازه است. وزن قطعه فولادی به دلایل چگالی بیشتر و عدم تخلخل (عدم مشبک بودن) به مراتب بیشتر از وزن قطعه کامپوزیتی است. نتایج آزمایشات بار خمشی نشان می‌دهد که نسبت استحکام به وزن در قطعه کامپوزیتی بیشتر از قطعه فولادی است.

	Solid Metal Sheet	Sandwich Construction	Thicker Sandwich
			
Relative Stiffness	100	700 7 times more rigid	3700 37 times more rigid!
Relative Strength	100	350 3.5 times as strong	925 9.25 times as strong!
Relative Weight	100	103 3% increase in weight	106 6% increase in weight

A striking example of how honeycomb stiffens a structure without materially increasing its weight.

۳- مقاومت به خوردگی

در بسیاری از محیط‌های طبیعی و مصنوعی شرایط خوردگی فلزات مهیاست، استفاده از آلومینیم و آلیاژهای آن مناسب‌تر از فولادهای ساده کربنی است.

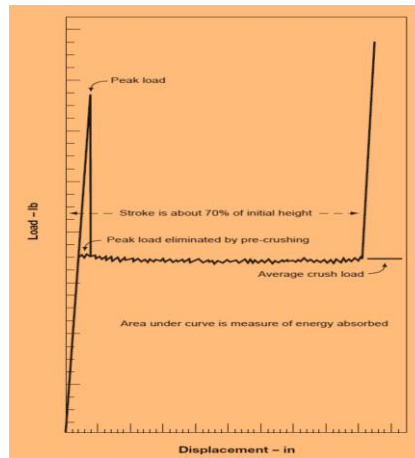
۴- ضریب انبساط حرارتی

ضخامت دیواره‌های سلول و همچنین اندازه سلول‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در ضریب انبساط حرارتی صفحات لانه زنبوری دارد که در جدول زیر ضریب انبساط حرارتی بر حسب جنس آن‌ها قابل مشاهده است.

Honeycomb Core	Coefficient of Thermal Expansion (inch/inch - °F)
CR III, CR-PAA, 5052, 5056, ACG Aluminum	13.2×10^{-6}
HRP, HFT, HRH-327 Fiberglass	8.2×10^{-6}
HRH-10, HRH-310, HRH-78 Nomex	19.4×10^{-6}
HRH-49 Kevlar	2.7×10^{-6}
HFT-G Carbon	2.0×10^{-6}

۵- جاذب انرژی

صفحات لانه زنبوری هنگامی که در هسته ساندویچ پنل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند مقاومت بالایی در مقابل تخریب شدن دارا هستند. معمولاً بارهای عمودی و ضربات بر روی صفحات پنل‌ها وارد می‌شوند که در این حالت نیز مقاومت بسیار بالایی را دارا هستند.



۶- پوشش دهنده فرکانس‌های رادیویی

۷- هزینه

وجود قطعات کامپوزیتی آلومینیمی با هسته‌ی لانه زنبوری در یک سیستم (سازه، دستگاه و ...) در قیمت تمام شده ساخت آن دستگاه تغییر چندانی ایجاد نمی‌کند، به عنوان مثال استفاده از لانه

زنبوری آلومینیمی در بدنه و کف یک اتوبوس در قیمت تمام شده‌ی آن تغییر چندانی بوجود نمی‌آورد ولی مزایای بر شمرده شده در بندهای قبلی را به دنبال خواهد داشت. همچنین باعث کاهش وزن اتوبوس خواهد شد و در پی آن مصرف سوخت و در نتیجه در دراز مدت هزینه‌ها را کاهش خواهد داد.

۸- محیط زیست

فرایند تولید و دوره مصرف کامپوزیت‌های آلومینیمی با هسته‌ی لانه زنبوری، موجب آسیب رساندن به محیط زیست نخواهد شد. همچنین پس از دوره مصرف هم قابل بازیافت و فرآوری خواهد بود.

مقایسه خواص مکانیکی انواع پنل‌ها

	Relative Strength	Relative Stiffness	Relative Weight
Honeycomb	100%	100%	3%
Foam Sandwich	26%	68%	
Structural Extrusion	62%	99%	
Sheet & Stringer	64%	86%	
Plywood	3%	17%	100%

کاربردها

کاربرد عمده لانه زنبوری در سازه‌های مختلف می‌باشد در حالیکه کاربرد سنتی آن در صنایع هوایی بوده است.

۱- صنایع هوایی

- هواپیماها (شش‌پرها، سقف، در، بالابر، دم، سطوح آیرودینامیکی، باله، کف، جداکننده‌ها، نازل‌ها، پوشش محافظ رادار، رادارها، اسپویلرها، تثبیت کننده‌ها، بالچه، معکوس کننده پیشرانه)
- هلیکوپترها
- موشک‌ها
- ماهواره‌ها
- شاتل‌های فضایی



Final integration of RUAG Payload Fairings in Emmen, Switzerland. Photo: RUAG Space

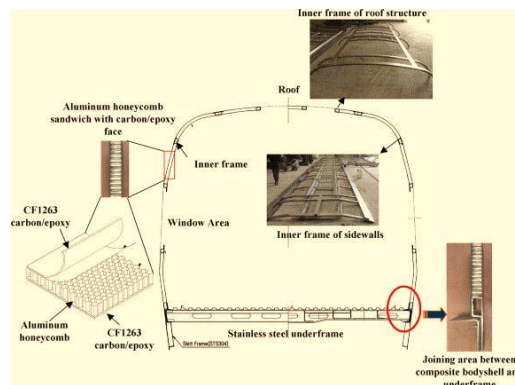
۲- صنایع خودرو

- در ساختمان ماشین‌های مسابقه‌ای فرمول ۱ به منظور جذب انرژی.
- در سیستم سوخت‌رسانی موتور به منظور هدایت هوا
- در اتاق و سقف و سپر خودرو به منظور جذب انرژی
- در آزمایشات تصادف خودرو

استفاده از صفحات لانه زنبوری در صنایع خودروسازی سبب کاهش وزن خودرو و در نتیجه کاهش مصرف سوخت می‌گردد.

۳- صنایع ریلی

- واگن قطار (درها، کف‌ها، سپرها و ضربه‌گیر، سقف‌ها، پارتیشن‌ها)



۴- کشتی‌ها

- کشتی‌های تجاری
- کشتی‌های مسافربری (دیوارها، سقف‌ها، پارتیشن‌ها)



۵- سرویس‌های بهداشتی



۶- معماری داخلی و خارجی دیوارها



- ۷- هدایت کننده نور، آب، هوا و دیگر سیالات
- ۸- سیستم‌های حرارتی و تهویه مطبوع
- ۹- لوازم ورزشی (اسنورد، اسکی)
- ۱۰- ساختارهای محافظ در برابر ضربه و انرژی
- ۱۱- محافظ‌های الکتریکی
- ۱۲- عایق‌های صدا
- ۱۳- تابلوهای تبلیغاتی

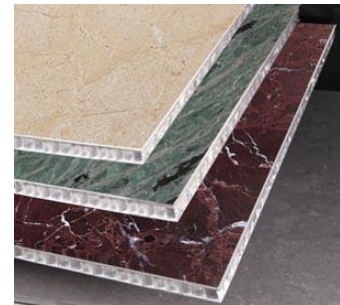
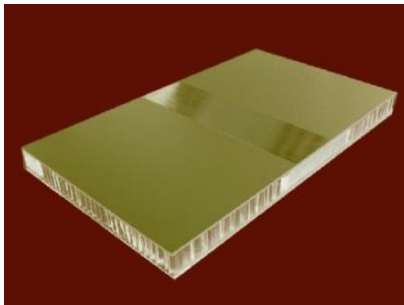
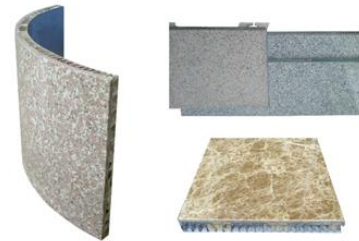
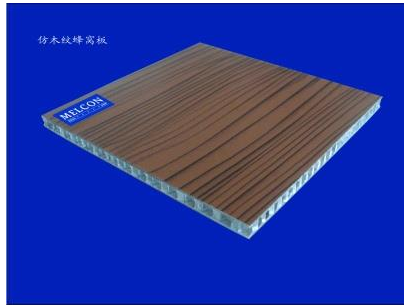


- ۱۴- اتاق و کانتینر ماشین‌های سنگین



نمای ظاهری ساندویچ پنل‌ها

به منظور زیباسازی و کارایی بهتر، سطح بیرونی ساندویچ پنل‌ها را می‌توان با لایه‌هایی از مواد مختلف از جمله PVC، PVDF، چوب، سنگ، لمینت، پارکت و شبرنگ پوشاند.



گروه مهندسی ساپک با ارائه یک روش نوین برای تولید لانه زنبوری، قدم مناسبی برای خودکفایی کشور در تولید این محصول برداشته است و با ساخت اولین دستگاه تولید کننده لانه زنبوری در ایران، خود را پیشتاز در عرصه تولید این محصول با ارزش معرفی می‌نماید.

لیست محصولات

کاربرد عمده	اندازه سلول لانه زنبوری (میلی متر)	ابعاد هر پنل (متر مکعب)	کد محصول
صنایع هوافضا	4.5	1×1×(0.005-0.06)	Al-4.5ce
صنایع کشتی سازی و ریلی	6	1×1×(0.005-0.06)	Al-6ce
آسانسورسازی و خودرو	8	1×1×(0.008-0.06)	Al-8ce
صنایع ساختمانی (کف)	10	1×1×(0.01-0.06)	Al-10ce
صنایع ساختمانی و کانتینر سازی (دیواره)	17	1×1×(0.01-0.06)	Al-17ce
صنایع ساختمانی و کانتینر سازی (سقف و نما)	20	1×1×(0.01-0.06)	Al-20ce

جنس	ضخامت (میلی متر)	عرض (میلی متر)	طول (میلی متر)	کد محصول
آلومینیم	۵-۶۰	۱۰۰-۸۰۰	۱۰۰-۳۰۰۰	Al-xxx
کاغذ (مقوا)	۵-۶۰	۱۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰-۳۰۰۰	Pa-xxx
نومکس (Nomex)	۵-۶۰	۱۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰-۳۰۰۰	No-xxx

X بر حسب نوع روکش روی ساندویچ پنل ها تعیین می شود.



گروه مهندسی سایک

(کارشناسان ارشد دانشگاه تهران و علم و صنعت)

مهندس خاکسار ۰۹۱۲۲۰۰۳۶۸۲

مهندس باصری ۰۹۱۲۶۴۶۴۶۸۸

Email: mskh26@yahoo.com

www.sapac.ir

