



ISSN: 1813-162X (Print) ; 2312-7589 (Online)

Tikrit Journal of Engineering Sciences

available online at: <http://www.tj-es.com>

TJES
Tikrit Journal of
Engineering Sciences

Al-khodary M, AL-sibai S, Tellawi M. Improve the thermal and mechanical properties of foam polystyrene by gebrile soil. *Tikrit Journal of Engineering Sciences* 2020; 27(4): 8- 12.

[Montajb Al-khodary](#) *

[Sabah AL-sibai](#)

[Moaffaq Tellawi](#)

Faculty of Chemical and Petroleum
Engineering / Al-Baath University /
Syrian Arab Republic

Improve the thermal and mechanical properties of foam polystyrene by gebrile soil

A B S T R A C T

In this research we tried to improve the thermal insulation efficiency of polystyrene foam by adding some natural materials. The gebrile soil was selected for several reasons, including abundance and ease of processing before the addition - There are many previous researches for soil treatment -. We have found at ratio 20% (The proportion of the soil in the compound) the coefficient of conduction is low and then rises after this percentage As for the absorption of water it increases by increasing the soil, but at this ratio the absorption is within the permissible limit according to the specifications required for the insulation materials and also compressive strength increase with the increasing of the soil ratio because of increasing of mechanical links between the polycarbonate and polystyrene particles and composite-material's density increasing in general.

© 2019 TJES, College of Engineering, Tikrit University

DOI: <http://dx.doi.org/10.25130/tjes.27.4.02>

Keywords:

Polystyrene Foam, gebrile Soil , Thermal
Insulation.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 08 Jan. 2019

Accepted 03 Apr. 2019

Available online 01 Dec. 2020

تحسين الخواص الحرارية والميكانيكية للبولي ستايرين الرغوي بإضافة التربة الغضارية

منتجب الخصري/كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية/ جامعة البعث /سوريا
صباح السباعي/ كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية/ جامعة البعث/ سوريا
موفق تلاوي/ كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية/ جامعة البعث /سوريا
الخلاصة

في هذا البحث تمت المحاولة لتحسين كفاءة العزل الحراري للبولي ستايرين الرغوي عن طريق إضافة بعض المواد الطبيعية، واختبرت التربة الغضارية لعدة أسباب منها الوفرة وسهولة معالجتها قبل الإضافة. توجد أبحاث سابقة كثيرة لمعالجة التربة. وقد تم التوصل أنه عند نسبة الإضافة 20% (نسبة التربة الغضارية في المركب) يكون معامل التوصيل منخفضاً ثم يرتفع بعد هذه النسبة، أما بالنسبة لامتصاص الماء فإنه يزداد بزيادة التربة لكن عند هذه النسبة يكون الامتصاص ضمن الحد المسموح به حسب المواصفات المطلوبة لمواد العزل وكذلك القوة الانضغاطية تزداد مع ازدياد نسبة التربة وهذا بسبب زيادة الروابط الميكانيكية بين جزيئات البولي ستايرين وازدياد الكثافة بشكل عام للمادة المركبة.
الكلمات الدالة: بولي ستايرين رغوي، تربة غضارية، عزل حراري.

الأخيرة إذ استخدمت في تطبيقات كثيرة ابتداءً من تصنيع القوارب وأجزاء من الطائرات وذلك لما تمتاز به من خفة الوزن والمتانة العالية التي قادت إلى الحصول على مواد مثالية كلفتها قليلة واستهلاكها للطاقة قليل، ونتيجة لذلك اكتسبت الراتنجات المسلحة شهرة واسعة كمادة حديثة

1- المقدمة (Introduction)

تعد المواد المترابكية ذات الأساس البوليمري واحدة من أكثر أنواع المواد المترابكية شيوعاً حيث زاد الاهتمام بهذه المواد بشكل كبير في الآونة

* Corresponding author: E-mail : <mailto:mmontajb88@gmail.com>

- 1- الموصلية الحرارية: يجب أن تمتاز المواد العازلة للحرارة بقيمة منخفضة للموصلية مقابل قيم موصلية مرتفعة للمواد الثقيلة كالمعادن والمواد الإنشائية.
 - 2- الكثافة: إن معرفة كثافة مواد العزل الحراري ضرورية في إجراء الحسابات الإنشائية لعناصر المباني المختلفة.
 - 3- امتصاص الرطوبة: إن وجود الرطوبة في العازل الحراري يفقده كفاءته في عزل الحرارة.
 - 4- الاحتراق والتشغيل: يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة بعدم تعرض المادة العازلة للاحتراق والاشتعال.
 - 5- مقاومة الانضغاط: يجب أن تقاوم المادة العازلة الضغوط التي تتعرض لها خلال عمرها التشغيلي دون حدوث تهشم أو تشوه لها أو فقدان لأي من خصائصها التشغيلية الأخرى.
 - 6- تأثير العوامل الجوية: يجب معرفة تأثير العوامل الجوية كالاشعاع فوق البنفسجية والأمطار والرياح والحرارة وغيرها على أداء المادة وعلى عمرها التشغيلي.
- ومن الطرائق العملية المتبعة لحساب قيمة الموصلية الحرارية للمادة الصلبة العازلة تعريض أحد أوجه النموذج لمصدر حراري وحساب درجة الحرارة عند الوجه المقابل، إذ توضع العينة في انحدار حراري حتى يتم توازن انسياب الحرارة الواصلة إلى الوجه الآخر وبذلك يتم حساب الخواص الحرارية بحساب العوامل المؤثرة [3]

4- مواد وطرق البحث (Research materials)

– حبيبات البولي ستايرين المعدة للرعي

5- مادة التدعيم (Supporting material)

تربة غضارية من منطقة جديدة بابوس

6- التركيب الفلزي (Metallic structure)

أجري التحليل الطيفي X-Ray Diffraction على عينة التربة لتحديد الفلزات الموجودة ومن خلال ملاحظة الجدول رقم 1 يمكن القول أن التربة تتكون بشكل رئيسي من كاولينيت $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ ، كوارتز SiO_2 ، بكميات قليلة ايلليت $KAl_2(Al,Si_3)O_{10}(OH)_2$ ، و كلوريت $(OH)_4(SiAl)_8(MgFe)_6O_{20}$ ، وجد في بعض العينات كميات قليلة من مسكوفيت $KAl_2[(OH)_2/AlSi_3O_{10}]$ ، مونتموريلونيت $(Al,Mg)_2[(OH)_2/Si_4O_{10}](Ca)_x(H_2O)_n$ ، و كالسيت $CaCO_3$ و أحياناً يوجد آثار مواد عضوية

7- التركيب الكيميائي (Chemical structure)

أجري التحليل الكيميائي للتربة بطريقة (XRF X-Ray fluorescence) [9] كما يبين الجدول و يلاحظ ارتفاع نسبة أكسيد السيليوس SiO_2 و أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 في نوعي الترب المدروسة بشكل ملحوظ و هذا بسبب تواجد الفلزات الغضارية و الكوارتز كما يبين التحليل الفلزي.

تدخل في الصناعة وعدت بدائل للمواد التقليدية وسبائكها في العديد من الاستخدامات. والمتراكبات ذات الأساس البوليميري تمتلك خواص ممتازة عند درجة حرارة الغرفة وبكلفة واطئة، وتتضمن المادة الأساس مختلف البوليمرات المتصلة حرارياً أو البوليمرات المطاوعة للحرارة [1].

إن المادة المترابطة هي مزيج لمادتين إحداهما تسمى بطور التدعيم (Reinforcement Phase) وتكون بشكل تربة أو رقائق أو صفائح وتكون ضمناً في مادة أخرى تسمى بالمادة الأساس.

وقد اهتمت الأبحاث بالسنوات الأخيرة بآلية تقليل كلفة الطاقة، وكانت المواد البوليميرية المركبة جانباً مهماً ضمن هذه الأبحاث وخصوصاً المستخدمة في مجال العزل الحراري.

إن الموصلية الحرارية تمثل مقياساً لقدرة المادة على توصيل الحرارة فعندما يكون هناك اختلاف في درجة الحرارة بين نهايات المادة سيحصل انتقال مقدار من الطاقة على طول المادة، لذلك فإن الموصلية تعرف بصيغة كمية الحرارة المنتقلة خلال ثانية واحدة مقسومة على انحدار درجة الحرارة

ووحدها هي $(W/m. C^\circ)$ وتعد الموصلية الحرارية من الخواص الفيزيائية المهمة في حسابات تصميم الأجهزة والمعدات الحرارية، وعموماً فإن الموصلية الحرارية للمادة الصلبة أكبر مما هي عليه في المادة السائلة، والأخيرة هذه أكبر مما هي الحالة الغازية، هذه الطبيعة ناشئة بصورة رئيسية من الفرق بين الفراغات الجزيئية للحالتين، إذ تنتقل الحرارة في المواد الصلبة بواسطة كل من الإلكترونات الحرة وموجات اهتزازات الشبكة (الفونونات) وبذلك فإن الموصلية الحرارية للإلكترونات والفونونات الكلية هي مجموع الإسهامين [2].

2- هدف البحث (Research purpose)

- تحسين الخواص الميكانيكية والحرارية للبولي ستايرين بهدف رفع كفاءته كعازل ولاستخدامه بشكل أكبر في عمليات البناء
- استخدام مواد طبيعية كمضافات للبولي ستايرين بهدف رفع الكفاءة.
- تكمن أهمية البحث من خلال إيجاد حل لمشكلة العوازل البوليميرية الرغوية حيث البوليمير الرغوي العالي الكثافة ذو الخصائص الميكانيكية الجيدة الواجب توافرها في العازل يكون أقل كفاءة في العزل من البوليمير الرغوي ذو الكثافة المنخفضة التي لا يتوفر بها الخواص الميكانيكية الواجب توافرها في مادة العزل.

3- خصائص العازل الحراري: (thermal-insulator properties)

تضم النقاط التالية:

1. جدول.

نتائج التحليل الكيميائي للتربة

L.O.I	MgO	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
3	0.44	0.29	0.2	0.8	209	0.62	17.65	74.11

8- تحضير مادة التدعيم (Supporting material preparing)

- 1- تم تحميل التربة لدرجة حرارة 900 درجة مئوية لمدة ساعتين باستعمال فرن من نوع (naber therm) مصنوع في ألمانيا
- 2- ثم أجريت عملية الطحن باستعمال تقنية الطحن بالكرات مدة 7hr ثم جففت بدرجة حرارة 100°C مدة 2hr، أجريت عملية النخل و ذلك لإجراء تصنيف المقاس الحبيبي لها و قد استعملت

غسلت التربة بالماء المقطر باعتماد آلية المزج والترشيب للتخلص من الأملاح والشوائب العالقة، بعد ذلك جففت المادة بدرجة حرارة 100°C مدة 24hr باستعمال محفف نوع (F.G. BODE&CO- Laboratory- Equipment- Hamburg-90)

تضاف التربة بنسب مختلفة وعند نهاية التوسع الثاني يصب مصهور المادة المركبة في قوالب تضغط بضغط عال حتى تمام التشكل، يتم تقديم المادة على شكل قطعة مسامية صلبة مميزة و يمكن أن نقص منها الواحاً. [5]

10-الاختبارات والأجهزة المستخدمة (Tests and device properties)

1-10 قياس الموصلية الحرارية (thermal conductivity measurement)

قياس معامل التوصيل الحراري للعينات التي تم تحضيرها باستخدام جهاز مبين بالشكل 2 وله المواصفات المبينة بالجدول 2



الشكل 2. جهاز قياس معامل التوصيل

مناخل المانية الصنع نوع (Micro-Prazisossieb) حيث اعتمد المقاس الحبيبي $D < 100\mu\text{m}$ و $D < 150\mu\text{m}$ [4]

9-تحضير المادة المركبة (composite material preparing)

رغوات البولي ستايرين القابلة للتمدد تتكون من كريات بولي ستايرين خالية مسامية ضعيفة تحتوي على البنتان كعامل توسيع. كما في الشكل (1).



الشكل 1. التركيب الكيميائي للبولي ستايرين

عند بداية العملية، يكون قطر هذه الكريات أقل من 1 ملم وهي مستقلة بشكل كامل عن بعضها البعض. وهي تتوسع في البداية بواسطة الحقن بالبخار لزيادة مساميتها وفي هذه المرحلة يتحرر غاز البنتان. وبعد ذلك تُوضع في وعاء مُغلق وتخضع لتوسيع ثاني.

أثناء التوسيع الثاني، يتم ضغطها معاً وهكذا يتشوه شكلها، وتتساقط الروابط الميكانيكية بين الكريات المتجاورة خلال هذه المرحلة

جدول 2.

مواصفات جهاز قياس معامل لتوصيل الحراري

نوع الجهاز	تاريخ الصنع	أبعاد الجهاز	أبعاد العينة	مجال درجات الحرارة	زمن الاختبار
ISOMET ITALY	2005	25*25*10 cm	15*15*5 cm	10-300 C°	30-90 min

A: مساحة مقطع انسياب الحرارة (M2)

$(\Delta T / \Delta X)$: التدرج الحراري عبر واحدة المسافة (C°/M) [6].

2-10 قياس مقاومة الانضغاط (Compressive strength measurement)

قياس مقاومة الانضغاط للعينات التي تم تحضيرها باستخدام جهاز مبين بالشكل 3 وله المواصفات المبينة بالجدول 3.

تم استخدام قانون فورية في حساب معامل التوصيل الحراري

$$K = \frac{-Q}{A \times (\Delta T / \Delta X)} \dots (1)$$

K: معامل التوصيل الحراري (W/MC°)

Q: كمية الحرارة المارة عبر واحدة الزمن وتقاس بوحدة (W)

جدول 3.

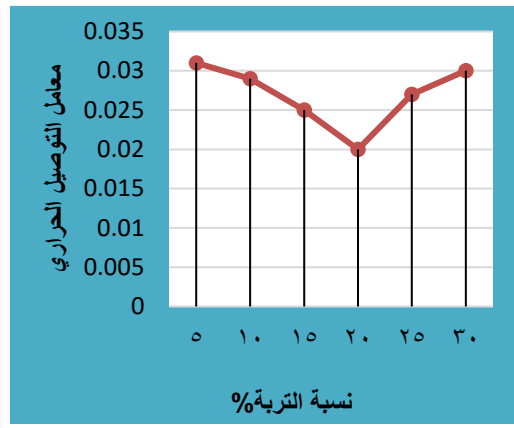
مواصفات جهاز قياس مقاومة الانضغاط

نوع المكبس	مجال الدقة	الشركة الصانعة	قطر المكبس	مجال حركة المكبس	تاريخ الصنع	الأبعاد	استطاعة المكبس
مكبس هيدروليكي طراز MD208	1 N	PRONO ITALY	5 cm	65 cm	2005	40-60-110	3 HP

باستخدام مكبس هيدروليكي متعدد الأغراض لقياس أقصى حمل مسلط على نموذج الاختبار [6].

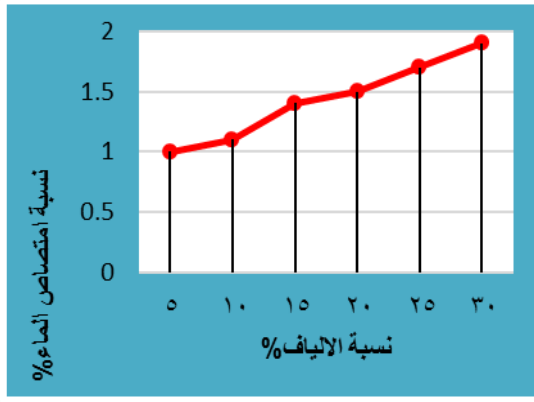
نماذج اختبار مقاومة الانضغاط: تكون مصنعة حسب المواصفة (ASTM-D618) ذات قطر 25مم وسماكة 3مم وتكون بشكل منشور رباعي يمكن قياس مقاومة الانضغاط بطريقة الاختبار ثلاثي النقاط

في البداية كانت التربة تشكل حواجز تعيق حركة تيارات الحمل الحراري لكن مع ازدياد النسبة أصبحت التربة بحد ذاتها ناقلة.



الشكل 5. يبين قيمة معامل التوصيل الحراري بعد إضافة التربة إلى البولي ستايرين

3-11- امتصاص الماء (Water absorption)



الشكل 6. يبين نسبة امتصاص الماء بعد إضافة التربة إلى البولي ستايرين

على الرغم من أن الدراسات السابقة بينت أن نسبة امتصاص الماء تقل مع زيادة كثافة رغوة البولي ستايرين إلا أنه من خلال التجارب مع ازدياد الكثافة ازدادت نسبة امتصاص الماء لأن ازدياد الكثافة كان نتيجة إضافة تربة لكن نسبة الامتصاص ضمن الحد المسموح به لمواد العزل عند نسبة تربة 20%

حسب المواصفات القياسية السورية الحد الأعظمي لامتنصاص الماء 2.5-3% وعند إضافة 20% تربة بقت ضمن الحد المسموح

12-الاستنتاجات (Conclusions)

إن هذا البحث هو جزء من مشروع بهدف لتحسين عزل البولي ستايرين الرغوي مع المحافظة على خواصه الميكانيكية وقد تم تجريب التربة الغضارية ولوحظت النتائج التالية:

- 1- ازدياد العزل بزيادة نسبة التربة المضافة
- 2- ازدياد مقاومة الانضغاط بزيادة نسبة التربة المضافة
- 3- زيادة امتصاص الماء بزيادة نسبة التربة المضافة وهي خاصية غير مرغوبة
- 4- وجد أنه عند إضافة التربة حتى نسبة 20% من المركب (تم الحصول) على مواصفات جيدة للعازل الحراري حيث يبقى امتصاص الماء ضمن الحد المسموح حسب المواصفات السورية للمواد العازلة.



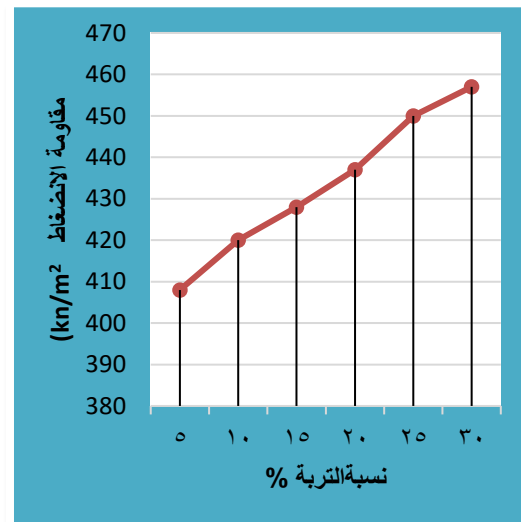
الشكل 3. جهاز قياس مقاومة الانضغاط

10-3- اختبارات الامتنصاص المائي (Water absorption tests)

تم تنفيذ اختبار الامتنصاص المائي وفقاً لمعيار الاختبار القياسي ASTM C272-12. وقد كانت عينات الاختبار المستخدمة ذات طول 75 ملم وعرض 75 ملم وسماكة 13 ملم. ووضعت علامات على العينات بحسب كثافتها. تم أخذ العينات باستخدام ميزان حساس بدقة 0.001 غرام. وقد أجريت التجربة بواسطة غمس العينات في وعاء يحتوي على ماء موضوع بشكل أفقي بعمق 150 ملم لمدة 72 ساعة. بعد ذلك، اخذت العينات ومسح الماء الموجود على السطح بقطعة قماش جافة حتى اختفاء أثر الماء السطحي (وبعد ذلك تم) قياس وزن العينات مباشرة وتسجيل الوزن بدقة [7]

11-النتائج ومناقشتها (Results and discussion)

11-1- مقاومة الانضغاط (Compressive strength)



الشكل 4. يبين قيمة مقاومة الانضغاط

تُظهر من الشكل (4) بأن القوة الانضغاطية تزداد مع ازدياد نسبة التربة وهذا بسبب زيادة الروابط الميكانيكية بين جزيئات البولي ستايرين وازدياد الكثافة بشكل عام للمادة المركبة حيث قوة الانضغاط تتوزع على مساحة أكبر فتقل نسبة التشوه في الروابط

11-2-معامل التوصيل (conductivity factor)

شكل (5) يبين قيمة معامل التوصيل بعد إضافة التربة من الواضح بأن الناقلية الحرارية تتناقص مع ارتفاع نسبة التربة ضمن رغوة البولي ستايرين المشكّلة بالتمدد. وتعتمد الناقلية الحرارية على نسب رغوة البولي ستايرين المشكّلة بالتمدد عند نسبة 20% وبعدها تزداد وهذا على الرغم من ازدياد كثافة المادة ولكن تم زيادة هذه الكثافة بمادة تعتبر عازلة

الحرارية وبالتالي زيادة العزل الحراري وازدياد في المسامية وهذا واضح من ارتفاع نسبة الماء الممتص

التوصيات:

استخدام مواد اخرى لمعرفة تأثيرها

اجراء اختبارات بعد استخدام المنتج لفترة معينة لمعرفة تأثير العوامل الجوية.

5- المعالجة الحرارية للتربة تمت بناء على أبحاث سابقة فدرجة 900C° تكون مسؤولة عن خروج الرطوبة وحتى الماء البلوري بنسبة كبيرة جداً وهذا يترك فراغات داخل المكون الطين، بعد هذه الدرجة تحصل تحولات طورية في المونتمورلينايت والكلسايت والمعادن الموجودة في التربة وبالتالي ازدياد الكثافة الحجمية اي اعاقه أكبر للتيارات

REFERENCES

- [1] Edwin, P. Interfaces in Polymer Matrix Composites. Academic Press, New York and London, 1990; Vol. 6,144-p169.
- [2]Hassel,P. Thermal conductivity. Insulation Handbook, USA: New York;2012.
- [3]Hongyu,C. Thermal conductivity of polymer-based composites: Fundamentals and applications. Faculty of Engineering, the University of Melbourne, Australia; 2016.
- [4]Justnes, H. Applicability of Nordic clays as SCM, International RILEM Conference on Materials. Systems and Structures in Civil Engineering Conference segment on Concrete with Supplementary Cementitious materials Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark ; 2016.
- [5] Bonny· R. Styrene its Polymers Copolymers and Derivatives. Reinhold, New York; 2000.
- [6]Jacobs, A. Engineering Material Technology. Prentice- Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey; 2013.
- [7]Hidetaka, K. Effect of Key Process Variables on Microstructure of Injection Molded Microcellular Polystyrene Foams. Materials System Research Laboratory, Matto,Ishikawa, Japan; 2011.