Study the Effect of Adding Materials (Calcine Powder Styropor Granules and Straw) on the Compressive Strength for Material Polyurethane

Rawad Shakohe*

(Received 10 / 10 / 2022. Accepted 16 / 2 / 2023)

□ ABSTRACT □

The research aims to study the effect of adding different materials to polyurethane on the compressive strength before and after adding the materials.
Samples of this material were made with different percentages of polyisocyanate and polyols, (which are organic compounds derived from the oil that) they make up.
Where the following materials were added(Straw,calcinepowder,and styrepor granules)in order to study thecompressive strength of polyurethane,where the compressive strength of samples of this insulation material was measured at different ratios of polyisocyanate and polyol with and without additives for,another material. thermal insulation material of polyurethane with a compressive strength of 640 (KN/m2), consisting of 74% polyisocyanates and24% polyols by weight, with the addition of calcine powder at a rate of 2 % .

Keywords: Polyurethane- polyisocyanates – polyol- styropor granules

* **Work Supervisor, Department of Product and Design Engineering, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

تأثير دراسة إضافة مواد(بودرة الكلس – القش – حبيبات ستيربور) على مقاومة الانضغاط لمادة البولي أوريثان

رواد شكوحي*

(تاريخ الإيداع 10 / 10 / 2022. قُبِل للنشر في 16/ 2 / 2023)

□ ملخّص □

يهدف البحث إلى دراسة تأثير إضافة مواد مختلفة لمادة البولي أوريثان على مقاومة الانضغاط قبل وبعد إضافة المواد.
تم صنع عينات من هذه المادة بنسب مختلفة من مادتي البولي ايزوسيانات والبولي يول (وهما عبارة عن مركبات عضوية تشتق من النفط) المكونتين لها.
حيث تم إضافة المواد التالية (القش و بودرة الكلس وحبيبات الستيربور) لها بغية دراسة مقامة الانضغاط لمادة البولي أوريثان، حيث تم قياس مقاومة الانضغاط لعينات من مادة العزل هذه ، وذلك عند نسب مختلفة من مادتي البولي ايزوسيانات والبولي يول (Polyol,Polyisocyanate) بإضافات وبدون إضافات لمادة أخرى ، حيث تم التوصل في النهاية إلى مادة عزل حراري من البولي أوريثان بمقاومة أنضغاط (KN/m2) 640) مؤلفة من % 74 بولي ايزوسيانات و% 24 بولي يول وزنا مع إضافة بودرة الكلس بنسبة 2% .

الكلمات المفتاحية :البولي أوريثان – ايزوسيانات – البولي يول.

* **مشرف على الأعمال – قسم هندسة التصميم والإنتاج– كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.**

مقدمة:

إن المادة الأساس المكونة للمواد العازلة الرغوية هي المادة البلاستيكية الرغوية القابلة للانتفاخ، والتي لها استخدامات هامة في صناعة البلاستيك سواء كان من النوع *TS* أو *TP* Thermo Plastic, Thermo Setting كما عرفت هذه المادة بأسماء مختلفة منها البلاستيك الخلوي، والرغاء اللدن المتمدد، والرغاء البلاستيكي الإنشائي. تتميز المادة البلاستيكية الرغوية بأنها ذات كثافة ظاهرية منخفضة لاحتوائها على خلايا ضمن كتلتها لهذا تعرف أيضا بأنها جملة صلبة – غازية، أي أنها ذات طورين . تكون الكتلة الصلبة فيها هي المادة البلاستيكية المترابطة (مادة الأساس) في حين تكون الفراغات في المادة الرغوية إما مفتوحة الخلية أو مغلقة الخلايا أو ذات بنية متصلة داخليا، أو مركبة ، وتبدي تلك الأنواع *TS* أو *TP* من هذه المادة حدود واسعة لخواص العزل، والقساوة ، وتحمل قوى الضغط، والتخميد والتحميل وبعض الخواص الإنشائية وغيرها من الخواص الأخرى، حيث يعتمد أدائها إلى حد كبير على نوع مادة البلاستيك الأساس التي يمكن أن تحتوي على مواد مالئة أو مقوية لتحسين الخواص المتنوعة، وعلى نوعية جملة مواد النفخ المستخدمة، وكذلك على طريقة العمل.

تشغل منتجات البولي أوريثان الرغوية مكانة هامة في الحياة الصناعية ولا سيما في حقلي العزل الحراري والصوتي، ويعود السبب في ذلك البنية الفراغية الخلوية التي تكسبها مواصفات تميزها عن الكثير من المواد البوليميرية الأخرى . [1] ، [2] ، [3].

تم تحضير عينات من مادة البولي أوريثان كمادة عزل وذلك عند نسب خلط مختلفة من المواد المكونة لها ،ومع إضافة مواد أخرى بهدف تحسين بعض المواصفات المختبرة لها .

حيث تتمتع مادة العزل هذه بالمميزات الآتية :

1. مقاومتة للعوامل الجوية المختلفة .
2. ينتج بكثافات وأشكال مختلفة تناسب التصميم المطلوب .
3. يتفوق عن الأنواع الأخرى بطول فترة صلاحيتة ومقاومتة للظروف المختلفة .
4. خفيفة الوزن وقوية تتحمل الحركة الميكانيكية عليه.
5. سهلة التركيب ،
6. مقاومة لاحماض والكيماويات والمذيبات والبكتريا والفطريات .
7. تتحمل الإسفلت الساخن .
8. ثابتة الأبعاد .
9. لها قابلية الأنطفاء الذاتي .
10. متوفربسماكات وأغطية مختلفة .
11. يتحمل حرارة تصل إلى 250 درجة مئوية لمدة قصيرة وإلى110 درجة مئوية لمدة طويلة [1] ، [2] ، [3].

تحضير الشكل الرغوي لمادة البولي اوريثان

في ما يخص تحضير مادة البولي أوريثان كمادة عزل حراري فهي تتشكل من خلال تفاعل مادتي البولي ايزوسيانات مع البولي يول ، وينطلق نتيجة لهذا التفاعل غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعمل على تشكيل الفراغات الخلوية ضمن كتلة الخليط حيث تكون كلتا المادتين(البولي ايزوسيانات–البولي يول) في الحالة السائلة كمادة أولية ونتيجة لعملية الخلط يتشكل ما يسمى بالمستحلب الرغوي السائل الذي يستجيب تحت تأثير الغاز الناتج عن تفاعل هاتين المادتين على نفخ الخليط المستحلب ودفعه بالاتجاه الحر، ويستمر هذا الخليط بالانتفاخ حتى يتشكل المنتج المطلوب والذي يتيح حبس الغازات المتشكلة ضمنه، وهذا ما يضمن عادة استجابة الرغوة للحركة بالاتجاه المحدد لها تحت تأثير ضغط الغازات المتشكلة.

تؤثر على عملية انتفاخ الرغوة عدة عوامل وهي:

1– نوعية كل من البولي ايزوسيانات والبولي يول المستخدمين .

2– زمن الخلط: ويعبر عنه بالزمن اللازم لتحول كامل المزيج إلى حالة مستحلب رغوي. ويعتبر هذا الزمن هام من وجهه النظر التكنولوجية لأنه يحدد الزمن اللازم للخلط قبل بدء انتفاخ الرغوة.

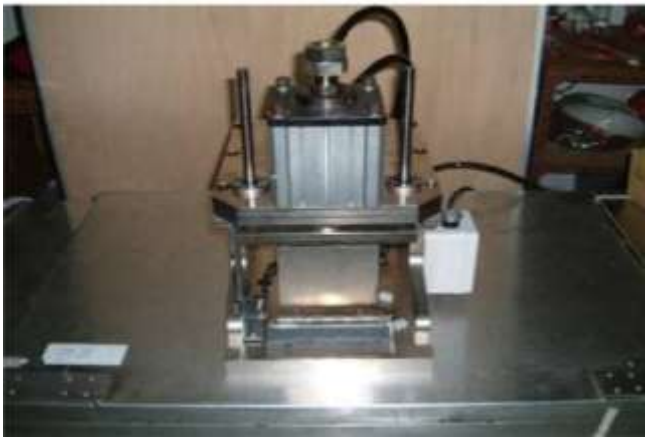
3–زمن الانتفاخ: ويقاس من لحظة انتهاء الخلط وحتى زمن انتهاء عملية انتفاخ الخليط الرغوي.وهذا الزمن مهم جدا لأنه يحدد انتهاء عملية الانتفاخ إلا انه لا يحدد زمن انتهاء العملية التكنولوجية بسبب عدم تصلب الرغوة المتشكلة.

4–زمن التصلب ويعبر عن الزمن اللازم لحدوث تصلب الرغوة المتشكل . [4] , [5] , [6]

مرحلة دراسة خواص المادة العازلة بالقياس

1–الجهاز المستخدم:

تم قياس مقاومة الأنضغاط للعينات التي تم تحضيرها، باستخدام جهاز مقاومة الأنضغاط المبين في الشكل(1) ذو المواصفات المبينة في الجدول (1) وذلك في مركز بحوث الطاقة بدمشق.



الشكل(1) جهاز قياس مقاومة الانضغاط

الجدول(1) المواصفات الفنية لجهاز قياس مقاومة الأنضغاط

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

2- تحضير عينات الاختبار :

المرحلة الاولى:

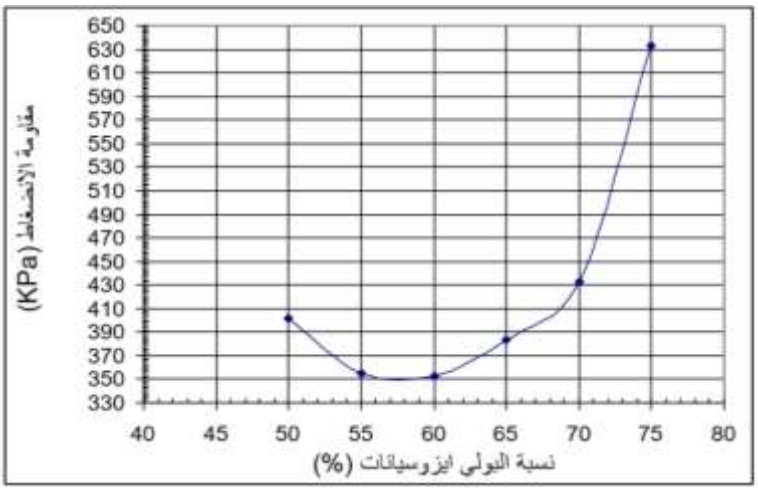
بهدف تحضير عينات الاختبار تم مزج مادتي البولي ايزوسيانات مع البولي يول بنسب مزج مختلفة لكل من المادتين وذلك لتحديد مجال نسب الخلط التي اعطت انتفاخ وتصلب جيد ، وتم قياس مقاومة الإنضغاط لهذه العينات،حيث حصلنا على النتائج المبينة في الجدول (2) والشكل (2) .

الشكل (2) عينات الاختبارالمصنعة من مادة البولي أوريثان

الجدول (2) خصائص مادة البولي أوريثان

مقاومة الأنضغاط (KN/m2)	النسبة المئوية لمكونات البولي أوريثان	
	بولي يول	بولي ايزوسيانات
402	50%	50%
355	45%	55%
353	40%	60%
384	35%	65%
433	30%	70%
633	25%	75%

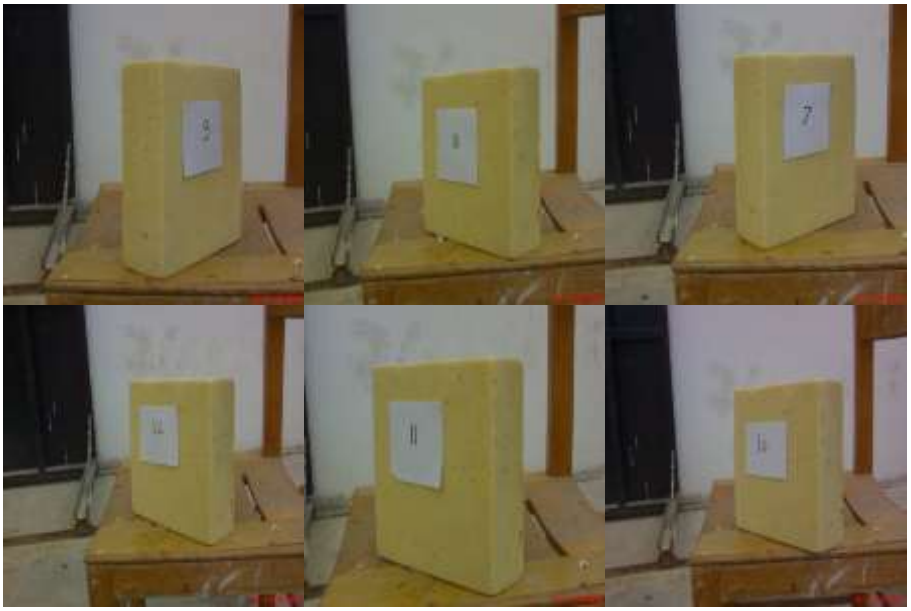
العلاقة بين البولي ايزوسيانات ومقاومة الأنضغاط



عندما تكون نسبة البولي ايزوسيانات بين (50%–60%) يلاحظ انخفاض مقاومة الإنضغاط من 402 إلى 353 KN/m2 وعندما تكون نسبة البولي ايزوسيانات بين(65% –75%) تزداد مقاومة الأنضغاط من 353إلى KN/m2 633 و ذلك لأن مقاومة الأنضغاط تتناسب مع كثافة المادة.

المرحلة الثانية:

تم تحضير عينات من مادة العزل هذه بنسب مختلفة من مادتي البولي ايزوسيانات و البولي يول مع إضافة القش بنسبة 2% ، حيث تبين من خلال التجارب أن النسبة المثالية الواجب إضافتها من مادة القش لمادة البولي أوريثان لكي نحصل على تحسين مقاومة الإنضغاط هي2% من النسبة الأجمالية لمكونات مادة البولي أوريثان.

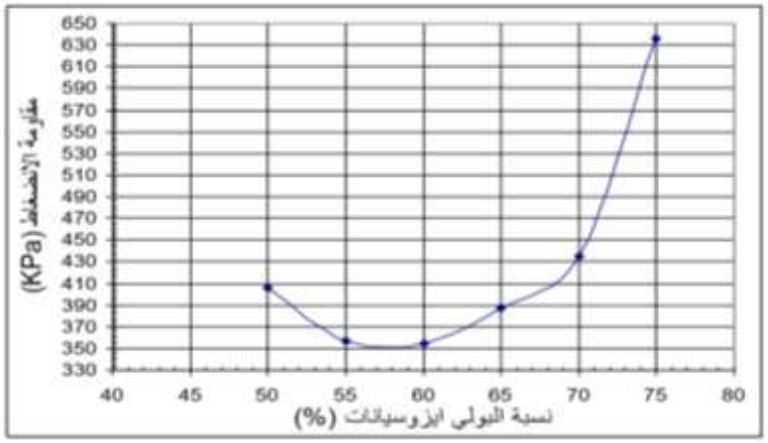


الشكل (3) عينات الاختبار من مادة البولي أوريثان مع إضافة القش

الجدول (3) خصائص مادة البولي أوريثان مع إضافة القش

مقاومة الأنضغاط (KN/m2)	النسبة المئوية لمكونات البولي أوريثان		
	القش	بولي يول	بولي ايزوسيانات
406	2%	49%	49%
357	2%	44%	54%
355	2%	39%	59%
387	2%	34%	64%
435	2%	29%	69%
636	2%	24%	74%

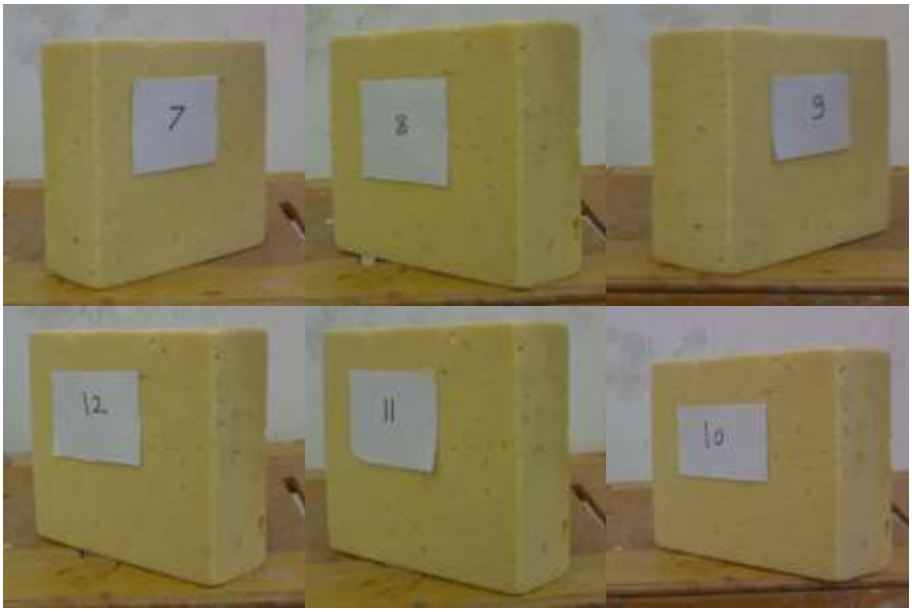
العلاقة بين البولي ايزوسيانات ومقاومة الإنضغاط بإضافة القش



تم قياس مقاومة الإنضغاط حيث حصلنا على النتائج المبينة في الجدول(3) والشكل (3) والتي تبين لنا من خلالها، زيادة مقاومة الإنضغاط لمادة البولي أوريثان بإضافة القش حيث أنه عند النسبة 74% بولي ايزوسيانات و24% بولي يول و2% قش تصبح مقاومة الإنضغاط 636 KN/m2 .

المرحلة الثالثة :

تم تحضير عينات من مادة العزل هذه بنسب مختلفة من مادتي البولي ايزوسيانات و البولي يول مع اضافة بودرة الكلس بنسبة 2% .

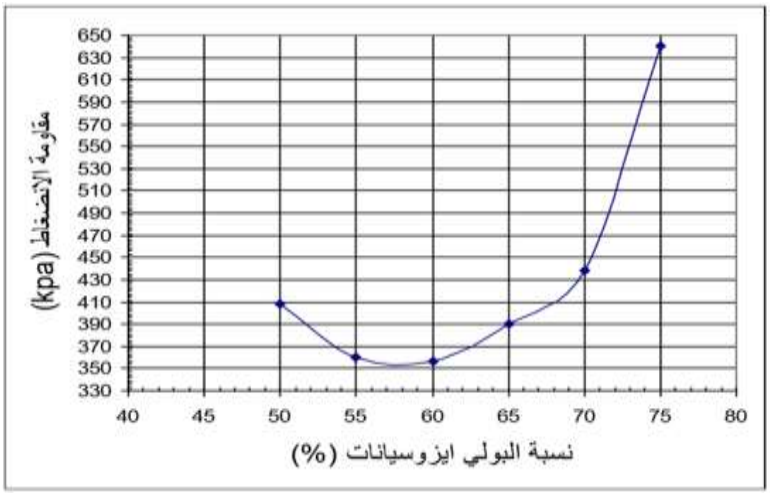


الشكل (4) عينات الاختبار من مادة البولي أوريثان مع إضافة الكلس

الجدول (4) خصائص مادة البولي أوريثان مع إضافة بودرة الكلس

مقاومة الأنضغاط (KN/m2)	النسبة المئوية لمكونات البولي أوريثان		
	بودرة الكلس	بولي يول	بولي ايزوسيانات
408	2%	49%	49%
360	2%	44%	54%
356	2%	39%	59%
390	2%	34%	64%
438	2%	29%	69 %
640	2%	24%	74%

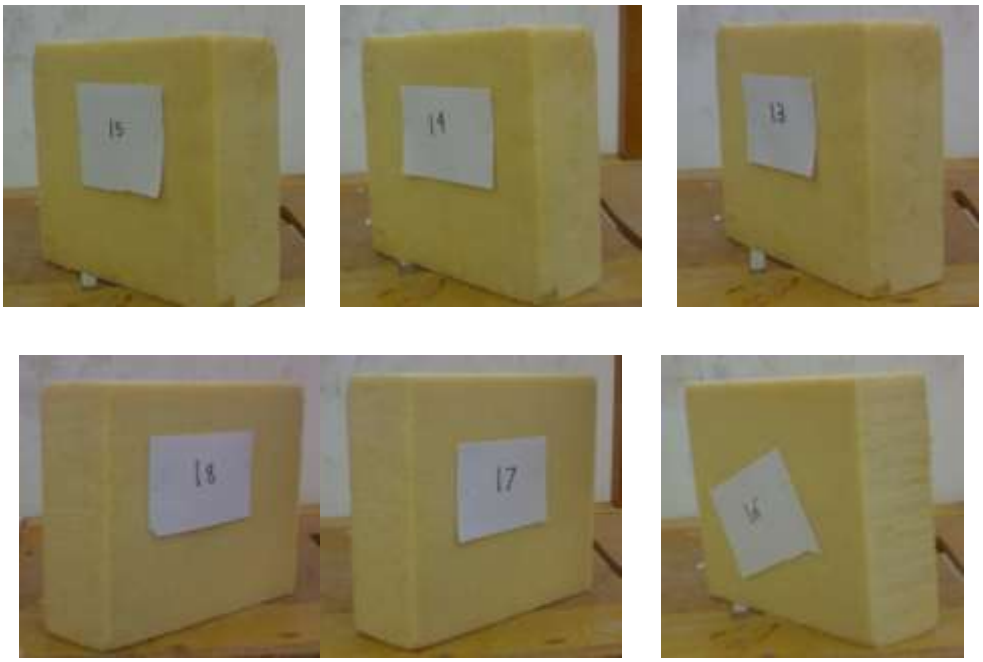
العلاقة بين البولي ايزوسيانات ومقاومة الإنضغاط بإضافة الكلس



تم قياس مقاومة الإنضغاط، حيث حصلنا على النتائج المبينة في الجدول (4) والشكل (4)التي تبين لنا من خلالها زيادة مقاومة الإنضغاط لمادة البولي أوريثان بإضافة بودرة الكلس حيث أنه عند النسبة 74% بولي ايزوسيانات و% 24 بولي يول و2% بودرة الكلس تصبح مقاومة الإنضغاط 640KN/m2.

المرحلة الرابعة:

تم تحضير عينات من مادة العزل هذه بنسب مختلفة من مادتي البولي ايزوسيانات و البولي يول مع اضافة حبيبات ستيربور بنسبة 2% .

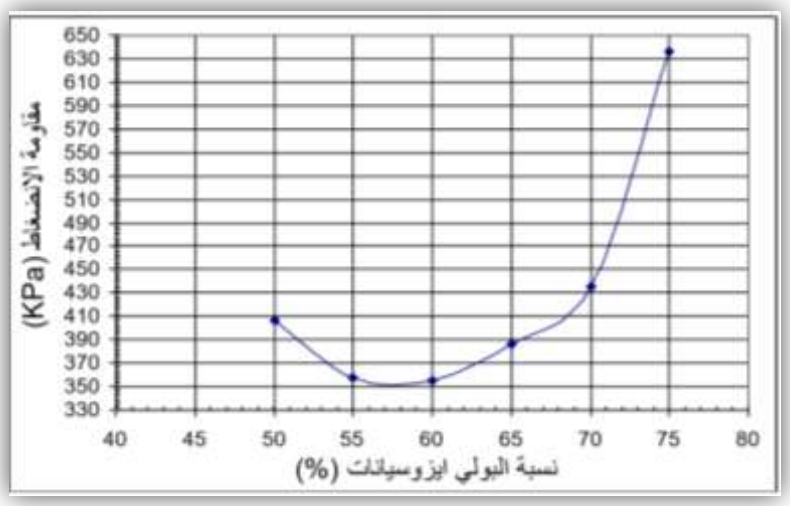


الشكل(5) عينات الاختبار من مادة البولي أوريثان مع إضافة حبيبات استيربور .

الجدول (5) خصائص مادة البولي أوريثان مع إضافة حبيبات ستيربور

النسبة المئوية لمكونات البولي أوريثان			مقاومة الأنضغاط (KN/m2)
بولي ايزوسيانات	بولي يول	حبيبات ستيربور	
49%	49%	2%	404
54%	44%	2%	356
59%	39%	2%	354
64%	34%	2%	386
70%	29%	2%	434
75%	24%	2%	635

العلاقة بين البولي ايزوسيانات ومقاومة الإنضغاط بإضافة حبيبات ستيربور



تم قياس مقاومة الإنضغاط لهذة العينات، حيث حصلنا على النتائج المبينة في الجدول (5) والشكل (5) والتي تبين لنا من خلالها عند النسبة 74% بولي ايزوسيانات و24% بولي يول و2% حبيبات ستيربور تصبح مقاومة الإنضغاط 635KN/m2

الجدول (6) يقارن مقامة الإنضغاط للبولي أوريثان بدون إضافات ومع إضافة القش وبودرة الكلس و حبيبات ستيربور

النسبة المئوية لمكونات البولي أوريثان		مقاومة الإنضغاط للبولي أوريثان (KN/m2)	مقاومة الإنضغاط للبولي أوريثان مع إضافة القش (KN/m2)	مقاومة الإنضغاط للبولي أوريثان مع إضافة بودرةالكلس (KN/m2)	مقاومة الإنضغاط للبولي أوريثان مع إضافة حبيبات ستيربور (KN/m2)
بولي ايزوسيانات	بولي يول				
50%	50%	402	406	408	404
55%	45%	355	357	360	356
60%	40%	353	355	356	354
65%	35%	384	387	390	386
70%	30%	433	435	438	434
75%	25%	633	636	640	635

ملاحظة :

حذف 1%من نسبة البولي ايزوسيانات و1% من نسبة البولي يول عنداضافة القش وبودرة الكلس وحبيبات ستيربور .

الاستنتاجات و التوصيات:

يبين الجدول (ستيربور ، حيث يتضح أنه عندما تكون نسبة البولي إيزوسيانات 50% تكون مقاومة الإنضغاط للبولي أوريثان (KN/m2) 402 ، وبإضافة القش تصبح (KN/m2)406 ومع إضافة بودرة الكلس يزداد إلى القيمة (KN/m2)408 وبإضافة حبيبات الستيربور تنخفض إلى القيمة (KN/m2) 404 ، وعندما تكون نسبة البولي إيزوسيانات 55% تكون مقاومة الإنضغاط للبولي إوريثان (KN/m2)355 ، وبإضافة القش تصبح (KN/m2)357 ومع إضافة بودرة الكلس تزداد إلى القيمة (KN/m2)360، وبإضافة حبيبات سيربور تنخفض إلى القيمة (KN/m2)356، وعندما تكون نسبة البولي إيزوسيانات 60% تكون مقاومة الإنضغاط للبولي إوريثان (KN/m2)1353ن وبإضافة القش تصبح (KN/m2)355، ومع إضافة بودرة الكلس تزداد إلى القيمة (KN/m2)356، وبإضافة حبيات سيربور تنخفض إلى القيمة (KN/m2)354، وعندما تكون نسبة البولي إيزوسيانات 65% تكون مقاومة الإنضغاط للبولي إوريثان (KN/m2)384، وبإضافة القش تصبح (KN/m2)387، ومع إضافة بودرة الكلس تزداد إلى القيمة(KN/m2)390، وبإضافة حبيبات ستيربور تكون مساوية للقيمة (KN/m2)386، وعندما تكون نسبة البولي إيزوسيانات 70% تكون مقاومة لإنضغ6) تأثير تغير نسبة البواي إيزوسيانات على مقاومة الإنضغاط للبولي أوريثان بدون إضافات ومع إضافة القش وبودرة الكلس وحبيبات اط للبولي أوريثان (KN/m2)433 وبإضافة القش تصبح (KN/m2)435، ومع إضافة بودرة الكلس تزداد إلى القيمة (KN/m2)438، وبإضافة حبيبات سيربور تكون مساوية للقيمة (KN/m2)434، وعندما تكون نسبة البولي إيزوسيانات 75%تكون مقاومة الإنضغاط للبولي أوريثان (KN/m2)633، وبإضافة القش تصبح (KN/m2)636، ومع إضافة بودرة الكلس تزداد إلى القيمة (KN/m2)640، وبإضافة حبيبات ستيربور تكون مساوية للقيمة (KN/m2)635، ومنه نستنتج أن مادة

البولي أوريثان المؤلفة من 74%بولي إيزوسيانات و 24% بولي يول و 2%بودرة الكلس هي الأفضل من حيث مقاومة الإنضغاط (640(KN/m2.

References:

[1] KAPPS,M.S. Production of rigid polyurethane foam. 3th.ed., Springer, German,2014,486.

[2] LEVENE,M. Study and analysis of rigid PU foams,Wiley,London,2013,334.

[3] GUNASHEKAR,S.; ABU-ZAHRA,N.Characterization of Functionalized Polyurethane,Hindawi Publishing Corporation,USA,2014.

[4] LISZKOWSKA, J.; CZUPRYŃSKI, B.; PACIOREK-SADOWSKA ,J.Thermal Properties of Polyurethane-Polyisocyanurate Foams, Kazimierz Wielki University, Poland, 2016.

[5] FRAUENKRON,K. Spray Polyurethane Foam,Springer,German,2015,354.

[6] VÁCLAVÍK,V.;DVORSKÝ,T.; DIRNER,V.; DAXNER,J.; ŠŤASTNÝ,M. POLYURETHANE FOAM AS AGGREGATE FOR THERMAL INSULATING MORTARS AND LIGHTWEIGHT CONCRETE,Technical University of Ostrava ,Czech Republic,2012.