

في الحارة الرطبة المناخ حركة الرطوبة في الجدران

A. TenWolde H.T. مي ، دكتوراه

الملخص

وقد ركزت معظم البحوث حول تكثف الرطوبة في الجدران الخارجية الخشبية الهيكلية على الرطوبة

مشاكل في الجدران في المناخات الباردة في فصل الشتاء على الرغم من المباني المكيفة في الحارة ، الرطبة

تتمتع بمناخ أيضا احتمال حدوث ضرر الرطوبة. للتحقيق في حركة الرطوبة في الجدران في الحارة ، مناخ رطب ، شيد مبنى الاختبار في حرم جامعة لامار ، بومونت ، تكساس. هذا المبنى يحمل تسعة ألواح الجدران المجهزة من البناء المختلفة . يتم تثبيت جميع لوحات على الجانب الجنوبي من المبنى.

و معزولة عن تجاوز الجدار مع ٣-٢/١-٨٩ (in ملم) من الألياف الزجاجية بات . ألواح انحياز

تم تثبيت على جميع لوحات الحائط على اللوح الليفي إما الخشب أو تغليف تواجه الألومنيوم مصبوب

توسيع تغليف البوليسترين. تم تركيب صفائح البولي ايثيلين بين اللوح الليفي تغليف و انحياز في لوحة واحدة . لوحة أخرى الواردة من الأجواء التهوية بين تغليف اللوح الليفي و انحياز. الواردة فريقيين ل مثبط بخار البولي ايثيلين على الجانب الغرفة من تجويف معزول . كانت درجات الحرارة و ظروف الرطوبة في لوحات سجلت من أوائل الربيع حتى أواخر الخريف في عام ١٩٨٤ .

في لوحة واحدة مع اللوح الليفي تغليف ، والرطوبة مكثف على البخار البولي ايثيلين مثبط تقع على الجانب الغرفة خلال فترة ما بعد الظهر ولكن reevaporated خلال ما

يلي

الليل. وأظهرت لوحات الحائط الأخرى أي دليل على التكتيف. الجدران دون الألومنيوم أو أظهرت البولي ايثيلين بين انحياز و تغليف أعلى قليلا الرطوبة في تجويف ، ولكن كان انحياز تلك الألواح عموما أكثر جفافا و أقل خبرة تذبذب في الرطوبة الظروف من انحياز المثبتة على البوليسترين التي تواجهها الألومنيوم أو البولي ايثيلين ورقة. وكان المجال الجوي التهوية تأثير يذكر على ظروف الرطوبة في انحياز أو بقية الجدار ولكن ينبغي مواصلة تقييمها مع مواد تغليف أخرى من اللوح الليفي . كان يوصل من المفاصل بين فريقي تغليف أي تأثير ملموس . اختبار

عدة لوحات ذات أبعاد مختلفة ، ولكن مع نفس التصميم والمواد، وأظهرت فقط اختلافات طفيفة في مستويات الرطوبة.

مقدمة

أحدث التغييرات في ممارسات البناء الخشبية الهيكلية ، واستخدام مواد بناء جديدة لها اهتمام متجدد في التكثيف من الرطوبة في الجدران وعلى الرغم من الأدلة ~ من التكثيف أضرار في الجدران نادرة ، قد تسبب في إمكانية أضرار هيكلية واسعة أخفى قلق واسع النطاق .

وقد ركزت معظم البحوث حول حركة الرطوبة والتكاثف في الجدران على ظروف الشتاء

بورش وآخرون . (١٩٧٨) الكشف عن تراكم الرطوبة في الجدران تعرض لل ثابت درجة الحرارة و الرطوبة التدرج في المختبر. في اختبارات التعرض لمجال ، شيروود (١٩٨٣)

وجدت أن الرطوبة مكثف خلال فترات الطقس البارد ولكن تبخرت بسرعة عندما وارتفعت درجة الحرارة في الهواء الطلق. المسوحات الجدران خلال فصل الشتاء وأوائل الربيع في أظهرت شمال غرب المحيط الهادئ (Tsongas وآخرون ١٩٨٠) مشاكل الرطوبة أقل من التكثيف من

.A TenWolde ، الفيزياء ، خدمة غابة وزارة الزراعة ، مختبر المنتجات الحرجية . HT مي ، أستاذ الهندسة الميكانيكية ، جامعة لامار . ٥٧٠

متوقعا في البداية . على الرغم من أن الأدب يشير إلى أن التكثيف الشتاء في الجدران ترتبط ارتباطا وثيقا مستويات الرطوبة في الأماكن المغلقة و جود و سلامة و بخار الهواء مثبت ، العديد من الأسئلة لا تزال دون إجابة .

في المقارنة، حتى أقل هو معروف عن الرطوبة في جدران المباني مكيفة الهواء في المناخات الدافئة و الرطبة. من الناحية النظرية، احتمال حدوث ضرر الرطوبة أكبر في مثل هذه

المناخ ، ولكن الأدلة من الأضرار الناجمة عن التكثيف في الجدران غير حاسمة.

(Verrall ١٩٦٢)

وذكرت بعض حالات الفشل الطلاء والعفن ولكن أي حالة من حالات التسوس. لم الدف (١٩٧٢) لم يكشف

تراكم الرطوبة كبيرة في الجدران الخشبية الهيكلية لل مبنى مكيفة الهواء في أثينا ، GA . شيروود (١٩٨٥) لم تجد دليلا على فترات التكثيف في العديد من الجدران في

مبنى الاختبار مكيفة الهواء في جولفبورت ، MS ، ولكن تلك الجدران جفت في الخريف و

ليس

كان الضرر مرئية. كما أشار إلى أن الجدران مع نفاذية مواد تغليف استرطابي كان تواجه الجنوب مستويات الرطوبة أعلى من نفس النوع من الجدران التي تواجه الشمال. يبدو

أن الشمس المباشرة ضرب الجدار قاد الرطوبة من تغليف و داخل تجويف الحائط. مشاكل التكثيف في المناخات الدافئة و الرطوبة هي مختلفة تماما عن تلك الموجودة في المناخات الشتاء الباردة. خلال دافئة، أيام الرطوبة ، وبخار الماء يتحرك في الجدار من الخارج

إلى الداخل ويمكن أن تتكثف على السطوح الباردة. يتكثف الرطوبة في درجات الحرارة التي

صالح نمو الكائنات الاضمحلال. في حين غالبا ما تحكم الرطوبة في الأماكن المغلقة من خلال التهوية يقدم

وسيلة فعالة لمنع التكثيف في الجدران خلال فصل الشتاء ، وخاصة في فصل الشتاء البارد المناخات ، الرطوبة في الهواء الطلق خلال فصل الصيف لا يمكن السيطرة عليها . حلول التصميم ، مثل

التنسيب ل مثبت بخار فعالة ، تبقى خيارات فقط. مي و (1963 WOOLRICH) التحقيق في الموضوع المناسب من مبطنات بخار في مناخ رطب ، ولكن دراستهم محدودة النطاق ولم تؤدي إلى مبادئ توجيهية عملية التثبيت .

الأهداف

لمعالجة بعض من كثير من الأسئلة المتبقية، جامعة لامار ، بومونت ، تكساس ، و أجرى مختبر المنتجات الحرجية ، ماديسون ، WI ، دراسة ميدانية التعرض التعاونية في الدافئة، والمناخ الرطب . شيد مبنى الاختبار كيفية الهواء على جامعة لامار تم رصد الحرم الجامعي والخشب الإطار جدران تصاميم مختلفة خلال الربيع والصيف ، و أوائل الخريف من عام 1984 .

وكانت أهداف Specific الدراسة:

١ . إنشاء ما مزيج من تصميم الجدار و الظروف المناخية يؤدي إلى التكثيف و تراكم الرطوبة. على وجه التحديد ، وتأثير نوع تغليف و الوجود و كان التحقيق وضع مبطنات بخار .

٢ ~ ، تحديد ما إذا كان المتاحة حاليا أساليب التحليل الرطوبة للجدران ، مثل و Kieper و MOISTWALL الإجراءات (TenWolde عام 1983 ، 1985) ، التنبؤ بشكل كاف التكثيف.

٣ . ' تحديد ما إذا كان حجم لوحات الحائط ل اختبارات ميدانية يمكن تخفيض حتى أن أكثر

vanelis كال) .. أن ' اختبار في وقت واحد .

٤ . تحديد ما إذا ختم المفاصل بين فريقي تغليف له تأثير كبير

على ' moijituri ! "" " الظروف في الجدار.

٥ ~ > تحديد ما إذا كان المجال الجوي التهوية بين انحياز و تغليف يؤثر الرطوبة

الظروف ' . في الجدار.

٦ . ' تحديد ما يمكن القيام به لمنع حدوث مشاكل الرطوبة في الجدران في الحارة ، الرطوبة

المناخات ~

Although.itis المستحيل الإجابة على هذه الأسئلة المعقدة بشكل قاطع مع حقل واحد

الدراسة أكثر من واحد. sUlllllllet الموسم ، وكنا نعتقد أن تصاميم مختارة بعناية يمكن أن

يسفر عن النوعية

الأجوبة. ،

٥٧١

تصميم و الإجراءات التجريبية

بناء الاختبار

يقع المبنى اختبار (الشكل ١) في حرم جامعة لامار ، بومونت ، تكساس.

بومونت بمناخ ساحل الخليج مع درجات الحرارة في الصيف تتراوح ٦٨-٩٥ (٢٠ F إلى

٣٥ درجة مئوية)

جنبا إلى جنب مع الرطوبة النسبية مرتفعة للغاية (RR) . درجات الحرارة في فصل الشتاء

في المتوسط حوالي ٥٤ F

(١٢ درجة مئوية).

المبنى حوالي ٢٥ قدم طولا و ٨ أقدام واسعة (٧.٦ بنسبة ٢.٤ م) ويحتوي على تسعة

المجهزة

ألواح الجدران متفاوتة الحجم والبناء، كل الجنوب تواجهها. الجدران الشمالي أيضا

يحتوي على العديد من اللوحات ، ولكن هذه لم تكن المجهزة أو رصدها. جنوب و شمال

الجدران

و مؤطرة مع الاسمية ٢ بنسبة ٦ الأزرار . و -١ قدم (٣٠٥ ملم) أقسام الجدار واسعة بين

اختبار

و مغلقة لوحات مع ٧/٨-٢٢) -in ملم (سميكة مصبوب وحات البوليسترين الموسع مع

الألومنيوم

تواجه على جانب واحد و يكون لها ما مجموعه التقريبي R-٢٢ . شرق و الجدران

التي تواجه الغرب

لديك الاسمية بنسبة ٤ ٢ تأطير مع نفس تغليف (مجموع ١٤ R-) . معزول سقف ل

١٩-R و الكلمة ل R-L1. وصفا مفصلا لل بناء الاختبار يمكن العثور عليها في ورقة سابقة (مي و يانغ ١٩٨٥) .

لوحات اختبار وان

و مؤطرة لوحات الحائط اختبار الخشب الإطار مع كل الاسمية ٢ بنسبة ٤ ترصيع و معزول

مع ٢/١-٣ في العزل الألياف الزجاجية بات . غطت LB٣ في ألواح انحياز كل اللوحات . اللوح الليفي الخشب (٢/١ في ١٣ ملم) و in-٨/٧ مصبوب توسيع foamboard البوليسترين كان الاثنان

استخدام مواد تغليف . (مي و يانغ [١٩٨٥] عن طريق الخطأ في اللوح الليفي ١ و ١ في البوليسترين .) كان foamboard و تواجه الألمنيوم التي تم تثبيتها نحو انحياز . في الداخل، تم تثبيت (١٣ in-١/٢ ملم) gypsumboard غير مصبوغ . واحد لوحة (S٤) الواردة في

الأجواء بين انحياز و تغليف . في بعض اللوحات، وكان ورقة التأييد كرافت

إزالة من العزل قبل التثبيت . السطوح داخل الاسمية بنسبة ٢ ٤

رسمت تأطير ل وحات مع وجهين من ختم المياه و الطلاء لمنع الجانبية

حركة بخار الماء . تم تركيب لوحات مع طوقا بين حافة لوحة

وحافة افتتاح لمنع تسرب الهواء . بناء وتصميم لوحات غير

تلخيصها في الجدول رقم ١ . وكانت لوحات الحائط من ثلاثة أحجام مختلفة: ٣ بنسبة ٧ قدم (٠.٩٢ بواسطة

٢.١٣ م) ، بنسبة ١.٥ ٧ قدم (٠.٤٦ بنسبة ٢.١٣ م) ، و ١.٥ بنسبة ٣.٥ قدم (٠.٤٦ بنسبة ١.٠٧ م) . و تغليف في

اثنين ٣ - من خلال لوحات الحائط ٧ قدم (SL و S٢) تتألف من اثنين من ١.٥ بنسبة ٧ قدم (٠.٤٦ - ٢.١٣ - كتبها م)

لوحات البوليسترين مع المشترك على مدى الاسمية بنسبة ٢ ٤ مسمار اضافي في وسط اللوحة .

في لوحة الجدار ٨٢ كانت مسجلة هذا الشريط مشترك مع الألومنيوم .

في ٦ أغسطس ١٩٨٤ ، اقعة في المنتصف من خلال التجربة، تم إجراء تغييرات على ثلاث لوحات . نحن

إضافة مثبت بخار البولي ايثيلين الى المدعوه و S٩ بين العزل و gypsumboard ، ونحن حفر ستة (٦ in-١/٤ ملم) قطر الثقوب تنفيس من خلال انحياز ل وحة S٤ - ثلاثة على

١ في (٢٥ ملم) من أعلى وثلاثة في ١ في (٢٥ ملم) من القاع .

الشروط البيئية

تم قياس درجة الحرارة في الهواء الطلق وداخل قاعة و RH وتسجيلها. درجة الحرارة في الأماكن المغلقة

واستمر بين ٦٨ فهرنهايت (٢٠ درجة مئوية) و ٧٣ فهرنهايت (٢٣ درجة مئوية) مع RH ما بين ٥٠٪ و ٦٠٪. كان من الضروري لتثبيت مزيل الرطوبة في بداية مايو للحفاظ على هذا النطاق في الرطوبة. الأجهزة

تم قياس درجة حرارة الهواء في الهواء الطلق وداخل قاعة و الرطوبيات بشكل منفصل. ودرجة الرطوبة قياس مع السعة من نوع متر.

تم قياس درجات الحرارة و الرطوبيات في لوحات مع المزدوجات الحرارية و الرطوبة ~ ELAS () روبية و أجهزة استشعار الرطوبة و الخشب أجهزة الاستشعار المقاومة الكهربائية ، مماثلة لتلك التي

بواسطة داف (١٩٦٦) . مي و يانغ (١٩٨٥) وصف هذا الاستشعار تعديل في ورقتهم وتقع أزواج استشعار التذليل ألف اثنان الحرارية / الرطوبة على كل سطح كل زوج واحد حوالي ٢ قدم (٠.٦ متر) من أعلى والزوج وغيرها من ٢ قدم (٠.٦ متر) من

(الشكل ٢) . وضعت أزواج إضافية من المزدوجات الحرارية وأجهزة استشعار الرطوبة في ٥٧٢

العزل ١.٥ و ٢.٥ في (٣٨ و ٦٤ ملم) من gypsumboard كلا بالقرب العلوي و السفلي من

لوحة . لوحات أصغر ٨٥ و S٦ الواردة واحد فقط سلسلة من أجهزة الاستشعار وضعت في midheight .

قدمت مجموعه ١٢٠ أجهزة استشعار الرطوبة المدخلات إلى أربعة مكبرات الصوت عبر أربعة مفاتيح دوارة .

في ٦ أغسطس ١٩٨٤ ، اقعة في المنتصف من خلال التجربة، تم إضافة مبطنات بخار البولي ايثيلين

لوحات المضىء و S٩ . وضعت أزواج إضافية من أجهزة الاستشعار على مبطنات بخار في أعلى

وأسفل.

تم معايرة المعدات الالكترونية في الموقع عن طريق استبدال المقاومة الكهربائية المعروفة

ل أجهزة الاستشعار. كانت العلاقة بين المقاومة الكهربائية من أجهزة الاستشعار و RH تحدد لعينة من عشرة أجهزة الاستشعار. وأظهرت هذه المعايير أن مجموعة فعالة من كانت أجهزة قياس الرطوبة تقريبا من ٦٠ ٪ الى ١٠٠ ٪ RH . كانت أجهزة الاستشعار معايرة في ٧٠ و ٩٠ فهرنهايت (٢١ و ٣٢ درجة مئوية). في هذا النطاق درجة الحرارة لم يكن هناك منهجية

و بالتالي لم يتم تصحيحها تأثير قراءات درجة الحرارة ، و درجة الحرارة خلال RH ل تحليل البيانات.

عدم اليقين بالنسبة لل قراءات الفرد في نطاق $\pm 10\%$ RH ، على أساس مضاعفة الانحراف المعياري في البيانات المعايير. معايرة بشكل فردي كل من أجهزة الاستشعار ١٢٠

قبل الإدراج في لوحات سيكون أكثر دقة ولكن غير عملي.

جمع البيانات

وقد تم جمع البيانات في الفترة من ١ أبريل وحتى ٣٠ نوفمبر ١٩٨٤ ، وعادة مرتين في اليوم، خلال

في منتصف الصباح و منتصف بعد الظهر . في أيام كثيرة أخذت قراءات إضافية في وقت متأخر من المساء.

ل يومين (٧ أغسطس و ٨) بعد التعديلات من الألواح SL ، S٤ على الفور ، و S٩ ، تم تسجيل البيانات كل ساعة. وكانت مجموعة من الدورات ست إلى ثماني قراءات في اليوم الواحد المتكررة بين ١٩ أغسطس و ٢٥ وطوال شهر سبتمبر.

تحليل البيانات

مع افتراض أن أجهزة استشعار الرطوبة كانت دائما في حالة توازن الرطوبة مع الهواء المحيط ، ونحن تحويلها إلى الناتج الميلي فولت RH ، وذلك باستخدام النتائج من معايرة

الاختبارات. RH يشير إلى مدى قريب من التشبع الرطوبة و المواد المختلفة. و RH من ١٠٠ ٪ يشير إلى التكثيف. حددنا التكثيف المستدام إلى ١٠٠ ٪ RH على مدى فترة من

٢٤ ساعة أو أكثر. إذا حدث تكثف لفرات أقصر و عاد إلى RH السابقة

نحن مستويات تسميته الدورية أو عابرة .

لمقارنة نتائج قياس مع التوقعات التحليلية استخدمنا تحليل MOISTWALL

طريقة (TenWolde عام ١٩٨٣ ، ١٩٨٥) . MOISTWALL هو أسلوب تحليل الرطوبة محوسبة للجدران ،

على أساس نظرية الحالة المستقرة نشر بخار ذات بعد واحد . كما معلمات الإدخال

استخدمنا

البيانات المنشورة عن المقاومة الحرارية و permeance من مواد مختلفة. درجات الحرارة و

وقد تم اختيار الرطوبيات مقربة من القيم المقاسة في أغسطس.

النتائج

يتم عرض الأوضاع في الهواء الطلق قياس في الشكل ٣. درجة حرارة تتراوح بين ٦٨-٩٥ (٢٠ F إلى ٣٥ درجة مئوية) في أشهر الصيف مع RH في المتوسط ما بين ٦٠٪ و ٨٠٪. فيأواخر عام

تراجعت شهرياً أكتوبر ونوفمبر ودرجات الحرارة تتراوح ٥٥-٧٧ (١٣ F إلى ٢٥ درجة مئوية).

قياس

وتظهر ظروف داخلية في الشكل ٤.

تكاثف

من ذوي الخبرة فقط ٨٩ لوحة بعض التكثيف الدورية على مثبت بخار فوراً بعد أن تم تثبيته. بدأت أجهزة الاستشعار المثبتة حديثاً على الفور البولي ايثيلين ل تسجيل RH شروط عالية الدورية (الشكل ٥). أجهزة الاستشعار في العزل المجاورة، يقع ١.٥ في (٣٨ ملم) من مثبت بخار، يظهر أيضاً زيادة في RH في العزل بعد التغيير مباشرة. كان التكثيف على البولي ايثيلين دورية بحتة و كان هناك تراكم الرطوبة طويلة الأجل خلال الفترة من ١٥ سبتمبر من خلال ٣٠ نوفمبر (الشكل ٦).

٣ ~

تم الكشف عن التكثيف الدورية فقط في لوحة S٩، لوحة الجدار فقط مع نفاذية، تغليف استرطابي (اللوحة الليفي) و مثبت بخار البولي ايثيلين على الجانب غرفة لل جدار تجويف. كان كل اللوحات الأخرى إما تغليف احباط الوجه، وهو بخار البولي ايثيلين خارج

مثبت، أو أي فعالية مثبت بخار داخل، ولم تواجه أي التكثيف.

دورة التكثيف في لوحة S٩ كان سبب بالكامل من الاحترار الاشعاع الشمسي و

انحياز و تغليف و جزء من القيادة الرطوبة المخزنة في انحياز و تغليف في

تجويف الجدار. هذه الرطوبة مكثف في نهاية المطاف على البولي ايثيلين عندما تكون الرطوبة في

قد تجويف ارتفعت بما فيه الكفاية. في الليل، و هذه الكمية الصغيرة نسبياً من مكثف

تبخرت الرطوبة و كان readsorbed معظمها في تغليف و انحياز، في حين أن الخارج

سطح انحياز يمتص الرطوبة من الهواء الخارجي. في صباح اليوم التالي، و دورة

تتكرر.

ويوضح الأحداث خلال دورة التكتيف في لوحة S9 في الشكل ٧ . في ٧ أغسطس في الساعة ٩:٢٠ السطح الخارجي لل انحياز أظهر RH عالية ولكن جميع أجهزة استشعار أخرى

وأشار إلى RH أقل من ٦٥ ٪ . إن الشمس التي أثرت بالفعل درجة حرارة سطح انحياز إلى ٨٣ فهرنهايت (٢٨ درجة مئوية)، (٢٣ F ° ٥) فوق درجة حرارة الهواء . بعد الظهر (٠٤:٥٥)، و

وقد تغير الوضع بشكل جذري. قد جفت الشمس انحياز ، التي كانت في ٩٥-٩٨ F (٣٥ إلى ٣٧ درجة ه) أو ١٥ إلى ١٨ فهرنهايت (٨-١٠٠ ه) فوق درجة حرارة الهواء، ولكن أجهزة الاستشعار على الجانب السفلي

من بخار البولي اثيلين وأظهرت مثبت التكتيف. درجة حرارة تغليف زيارتها وصلت ٩٣-٩٨ F. عند منتصف الليل و مثبت بخار كان بداية لتجف قبالة و كان انحياز بدأت readsorb الرطوبة كما يتبين من الرطوبيات مرتفعة ما بين ٧٠ و ٨٥ ٪ . كلا وكان انحياز و تغليف وتبريد إلى حوالي ٨٠ (٢٧ F ° ٥) . استمرت هذه الاتجاهات أثناء الليل .

الساعة ٤:١٠ صباحا، و تغليف و تبريد انحياز تقريبا خارج درجة حرارة الهواء و كان مثبت بخار جافة تقريبا. قبل ٦:٢٠ ، وكان للبولي اثيلين الجافة (٦٢ ٪ RH) و جزء كبير من

كان ما تبقى من الجدار أقل من ٦٠ ٪ RH . كان انحياز مجرد بداية ل تجف أيضا. في ٩:٢٠ ، وكان دورة التكتيف وشك أن تبدأ مرة أخرى ، واستمرار انحياز في عملية الاحماء ،

القيادة الرطوبة في تغليف و جدار تجويف . الرطوبة في مثبت بخار مرة أخرى بدأت في الارتفاع .

مبطنات بخار

، وكان يقوم بالعطس الألياف الزجاجية في لوحات المدعوه (قبل ٦ أغسطس) S٢ ، S٤ ، S٨ جميع و ورق الكرافت

الدعم. أدى هذا في الرطوبيات أعلى إلى حد ما في تجاويف تلك الألواح و gypsumboard جفافا قليلا، بالمقارنة مع لوحات من دون ورق الكرافت . على ما يبدو ورق الكرافت هو مثبت بخار فعالة بشكل معتدل . للأسف لم نتمكن من الكشف عن إذا حدث تكتف على ورق الكرافت بسبب عدم وجود أجهزة استشعار الرطوبة في ذلك الموقع. للفترة المتبقية من هذا النقاش مصطلح " مثبت بخار " سوف أشير إلى أكثر مبطنات بخار فعالة مثل الألمنيوم و البولي اثيلين احباط، ما لم ينص تحديدا

على خلاف ذلك.

النتائج لا تظهر بوضوح الحاجة إلى بخار مثبط على خارج الجدار .
تجاويف جميع لوحات مع مثل هذا مثبط بخار (لوحات SL، S2، S3، S5، S6، S7 و)
وكانت أكثر جفافا إلى حد ما من اللوحات الأخرى ، ولكن الفرق الصغيرة جدا. ومع ذلك ،
عندما

كان البولي ايثيلين داخل مثبط بخار الحاضر (SL و S9) ، و مثبط بخار خارج (SL)
منعت فعليا التكثيف (أرقام 6 و 8) . ويبين الشكل 8 أنه على الرغم من حين لآخر
وقد تم التوصل إلى قمم من 85 ٪ إلى 90 ٪ RH في مثبط بخار في SI ، وبقي الجدار
أساسا

الجافة. هذا يؤكد البيانات الأخيرة التي نشرتها شيرود (1985) الذي أيضا لم يجد أي
رطوبة

تراكم في الجدران مع المزدوجة (داخل وخارج) مبطنات بخار يتعرض إلى حار ورطب
مناخ الصيف .

مقارنة مع نتائج تحليلية نموذج

وتوقع تحليل جميع لوحات مع أسلوب MOISTWALL لا التكثيف في أي من
وحات . MOISTWALL يقتصر على نشر بخار ثابت للدولة ولا يعتبر استرطابية
أو ظواهر عابرة . كان عليه، وبالتالي ، غير قادرة على التنبؤ دورات التكثيف
في لوحة S9 ، لكنه أشار بشكل صحيح أنه لا يوجد تراكم الرطوبة على المدى الطويل
سوف تتخذ

المكان. وكانت توقعات RH في مواقع مختلفة في الجدران غير دقيقة عموما ل
من تأثير المواد استرطابي ، التخزين الحراري والرطوبة والحرارة عابرة
التدفقات، وتعتبر أي منها في التحليل MOISTWALL .

٥٧٤

ربط الشرائط من المفاصل في heating^٨

كان يوصل من المفاصل بين فريقي تغليف أي تأثير يمكن قياسه . الرطوبة النسبية
في الجدار المشترك مع مسجلة (82) وكان ما يقرب من نفسها كما في لوحة 81) الذي
لم يكن

مسجلة . بعد 6 أغسطس، عندما تم تثبيت مثبط بخار البولي ايثيلين في 81 ، والصحة
الإيجابية في

تجويف 81 تدريجيا إلى مستويات أعلى قليلا من تلك الموجودة في 82 .

التهوية بين الإغماد و انحياز

لوحة اختبار مع 43z في (19 ملم) الأجواء بين تغليف اللوح الليفي و

أظهرت انحياز (٨٤) اختلاف بسيط في RH من لوحة مماثلة دون أن المجال الجوي (٨٨) .

حفر فتحات التهوية من خلال انحياز لا فرق . كانت كل الجدران أساسا تجف، بما في ذلك انحياز. ومع ذلك ، التهوية الجزء الخلفي من انحياز قد يكون جيدا آثار أكثر فائدة مع أنواع مختلفة تغليف أو مناخات مختلفة ، وهذا ما سنقوم مناقشة في وقت لاحق .

لوحة الحجم

كان سلوك لوحات أصغر (٨٥ و ٨٦) مشابهة جدا لتلك التي من أكبر لوحة مع نفس البناء (٨٧) . ومع ذلك، كانت جميع الجدران الثلاثة جافة جدا ، وكثير من فإن أجهزة الاستشعار يتم تسجيل إشارة لما لها من نطاق محدود (٦٠ إلى ١٠٠٪ RH) . فإنه قد

من الملائم للحد من حجم لوحات اختبار للاختبارات الميدانية، التي من شأنها أن تمكن في وقت واحد

هناك حاجة إلى اختبار أكثر لوحات مختلفة، ولكن المزيد من الأدلة قبل هذا يمكن استنتاج مع اليقين.

العزل

أظهرت النتائج أن الألياف الزجاجية العازلة بقيت جافة في كل اللوحات . كان هذا صحيحا حتى في لوحة ٨٩ خلال دورات التكتيف. حتى في الوقت الذي كان تكاثف بخار الماء على البولي ايثيلين ، وأجهزة استشعار في العزل ١.٥ في (٣٨ ملم) مسجلة بعيدا أقل من ٧٠٪

RH

(الشكل ٧) . كان أعلى RH قياس في ذلك الموقع خلال فترة الاختبار كامل ٧٦٪ .

كانت الرطوبة في عزل كل اللوحات الأخرى أقل بكثير من ذلك. هذا يؤكد السابقة

نتائج مماثلة ، وكذلك يدل على دقة الحسابات النظرية ، والتي تبين

أن العزل لامستربط قابلة للاختراق في تجاوير الحائط يميل إلى البقاء الجافة (

TenWolde عام ١٩٨٣ ،

(١٩٨٥) .

iding^٨

على الرغم من أننا لا تنوي دراسة ظروف الرطوبة في انحياز تحديدا،

وأظهرت النتائج وجود اتجاه للاهتمام : RH في الجزء الخلفي من انحياز تطبيق أكثر من

بخار خارج

كان مثبت (أي والبولي ايثيلين أو رقائق الألومنيوم) عموما أعلى من ٥ إلى ١٠٪ من ذلك

من

انحياز تطبيقها على اللوح الليفي . ويبين الشكل ٩ هذا الفرق بين انحياز أكثر من احباط الوجه البوليسترين (لوحة ٨٧) و انحياز أكثر من اللوح الليفي (لوحة ٨٨) . ٨ iding أكثر من بخار البولي ايثيلين مثبط (لوحة ٨٣) تصرف مماثل ل تقف أكثر من اجهت احباط البوليسترين (لوحات ٨١ ، ٨٢ ، ٨٥ ، ٥٦ ، و ٨٧) .

يوضح المقارنة بين أرقام ٧ و ١٠ الفرق بين ٨٩ لوحة ، والتي لديها اللوح الليفي تغليف ، ولوحة ٨١ ، والذي لديه احباط الوجه البوليسترين. الوضع في كل من كان وحات تقريبا نفس في ٩:٢٠ صباح يوم ٧ اغسطس. في ٤:٥٥ ، والرطوبة بالقرب من

وقد كان الدافع وراء السطح الخارجي لل انحياز إلى الداخل ، ولكن في لوحة ٨١ هذه الرطوبة كان المحاصرين من قبل رقائق الألومنيوم على البوليسترين ، بينما في لوحة ٨٩ (الشكل ٧) أنها هاجرت إلى و خلال اللوح الليفي . أدى هذا في الرطوبة أقل من ذلك بكثير في الجزء الخلفي من انحياز لل ٨٩ لوحة . في منتصف الليل انحياز بدأت readsorb الرطوبة و اصلت القيام بذلك من خلال

بقية الليل. في ٩:٢٠ صباح اليوم التالي ، بدأت الشمس لدفع الرطوبة لل الجزء الخلفي من انحياز. طوال كامل فترة ٢٤ ساعة ، والرطوبة في الجزء الخلفي من كان انحياز ل وحة أعلى من ٨١ في لوحة ٥٩ .

هذا تأثير مثبط لل بخار الخارج على انحياز ليست بأي حال من المستغرب أو حتى ينذر بالخطر. محتوى الرطوبة في انحياز لل جميع لوحات ظلت أيضا ضمن مقبولة حدود طوال فترة الدراسة. ومع ذلك ، ظروف أكثر شدة الرطوبة أو الرطوبة أو مع أنواع أخرى من انحياز، قدرة انحياز لتجف نحو الداخل قد تجعل جيدا الفرق بين أداء مقبول و إشكالية انحياز .

٥٧٥

مناقشة

على الرغم من أن هذه الدراسة قدمت بعض الإجابات ، لا تزال العديد من الأسئلة جزئيا أو كليا

التي لم يرد عليها . وأظهرت نتائج الأداء الجيد لل جدران مع مبطنات بخار الخارج خلال

الصيف و الخريف، ولكن لم نكن جمع بيانات كافية لضمان الأداء الجيد خلال فصل الشتاء.

تبقى مزايا التهوية الجزء الخلفي من انحياز واضح أيضا . على الرغم من أن تظهر النتائج أي تأثير ، وهذا قد يكون ناجما عن قدرة تغليف اللوح الليفي ل امتصاص ونقل الرطوبة. مع أنواع أخرى من تغليف ، وخاصة الرغوة احباط الوجه تغليف ، فإن النتائج قد تكون أيضا مختلفة. هذه المسألة تحتاج إلى مزيد من البحث. تأثير حجم لوحة و أيضا لم تحل حتى الآن. أظهرت النتائج اختلاف بسيط في السلوك من الألواح الكبيرة والصغيرة . ومع ذلك، فإن القيود المفروضة على الأجهزة و عدم وجود بيانات من تجارب مماثلة من قبل الآخرين يمنعنا من رسم أكثر الاستنتاج العام حول تأثير حجم اللوحة.

على الرغم من أن المبنى والأجهزة تم الانتهاء بحلول فبراير ١٩٨٤، و جمع البيانات وقد بدأت ، لا بيانات مفيدة يمكن جمعها حتى أبريل لأنه استغرق لوحات الحائط وقتا طويلا لكي تتوازن مع بيئتهم. المتورطين في اختبارات مماثلة في يجب أن تسمح في المستقبل لفترة التكيف واحد الى شهرين ، وخاصة إذا الرطوبة و التدرجات درجة الحرارة عبر الجدار هي صغيرة نسبيا. لم نناقش تأثير درجة الحرارة في الأماكن المغلقة. بطبيعة الحال ، وانخفاض درجات الحرارة في الأماكن المغلقة

خلال الصيف تزيد من احتمالات التكثيف و كان يمكن أن تؤدي بشكل جيد ل تراكم الرطوبة في لوحة ٨٩ . ومع ذلك ، تمت المحافظة على درجات الحرارة في الأماكن المغلقة بالفعل أدناه

الإعداد أكثر نموذجية من F ٧٨. و التكثيف الدورية التي وقعت في لوحة ٨٩ هو الأكثر من المحتمل تأثر أيضا بعوامل أخرى من درجة الحرارة داخل المباني والشمس. درجة الحرارة في الهواء الطلق

و الرطوبة أثناء الليل يجب أن يكون لها تأثير على كمية الرطوبة استيعابها في انحياز ، وهذا بدوره يؤثر على كمية الرطوبة مدفوعة في تجويف الجدار اليوم التالي.

الجدران مع مثبت بخار خارج وكذلك الجدران دون أي مبطنات بخار ظلت تجف طوال فترة الدراسة. ومع ذلك، فإن الجدران دون أي مثبت بخار نقل أكثر رطوبة، وتوفير قدر أكبر حمولة الكامنة ل أجهزة تكييف الهواء. نحن غير قادرين لتقدير وفورات في الطاقة الناتجة عن مثبت بخار ، على الرغم من أن نشك في أنه من صغيرة بالمقارنة مع الحمل كامنة من الهواء والتهوية .

الخلاصة

لدرجة الحرارة في الهواء الطلق وداخل قاعة و RH- ظروف مماثلة ل تلك التي وصفها في

وقت سابق في هذا

ورقة (أرقام ٣ و ٤) ، ونحن يمكن استخلاص الاستنتاجات التالية :

١ . الجدران مع البولي ايثيلين خارج أو الألومنيوم احباط مبطنات بخار أو بخار دون أي تبقى مبطنات سواء داخل أو خارج الجافة.

٢ . و بخار البولي ايثيلين مثبت و اللوح الليفي تغليف الداخلية يمكن أن يؤدي إلى التكتيف الدورية على مثبت بخار . على الرغم من أنه قد لا ينتج رطوبة طويلة الأجل تراكم ، وهذا يدل على أن في الحارة ، مناخ رطب ، وهو مثبت بخار الداخلية غير مرغوب فيه إلا إذا تم تثبيت مثبت بخار الخارج كذلك.

٣ . وهناك طريقة تحليل نشر ثابت للدولة يمكن أن يتنبأ بشكل صحيح ولكن السلوك الموسمية

غير قادر على التنبؤ كميًا شروط محددة في لوحات . نماذج دمج وهناك حاجة إلى استرطابية وسلوك عابر للتنبؤات أكثر دقة.

٤ . الأشعة المباشرة وغير المباشرة من الشمس له تأثير كبير على ظروف الرطوبة في مواجهة جنوب الجدران مع تغليف استرطابي .

٥ . ختم المفاصل بين فريقي تغليف ربما له تأثير يذكر على ظروف الرطوبة في الجدار.

٦ . على الرغم من أن الأجواء جيدة التهوية بين انحياز و تغليف لم يكن لها تأثير على الأداء،

هناك حاجة إلى مزيد من المعلومات لدراسة تأثير مع مختلف انحياز / تغليف تركيبات .

٥٧٦

-

٧ . العزل تجويف لامسترطب يميل إلى البقاء جافة.

٨ . انحياز أكثر مبطنات بخار الخارج يواجه الرطوبيات العالي في المؤخر من انحياز المثبتة على اللوح الليفي . على الرغم من أن محتوى الرطوبة في انحياز جميع ظلت لوحات جيدا ضمن حدود مقبولة ، وظروف أكثر شدة أو أنواع أخرى من انحياز قد يؤدي إلى أداء إشكالية انحياز أكثر من مثبت بخار .

٩ . على الرغم من حجم لوحة كان قليلا تأثير واضح ، وهناك حاجة إلى اختبارات إضافية ل

تحقق من هذه النتائج.

مراجع

بورش ، M . D ؛ كونتريراس ، A. G . ؛ و S. J ، Treado .

عزل كنظام التحديثية الخارجي - وهو

المجلد . ٨٥ ، NO.٢ ، ص ٥٤٧-٥٦٢ .
١٩٧٩ . "إن استخدام المنخفضة للرطوبة النفاذية
دراسة التكتيف . المعاملات ASHRAE ،
الدف ، ١٩٦٦ . J. F. " A التحقيق ل تحديد دقيق ل محتوى الرطوبة في الخشب
المنتجات في استخدام " قوات التحرير الشعبية - ١٤٢٠ ماديسون ، WI : دائرة الغابات
وزارة الزراعة الأميركية ، منتجات الغابات
المختبر .
مي ، H. T ، و W. R ، WOOLRICH . ١٩٦٣ . " المشاكل والحلول التكتيف في العزل
المباني في المناخات الحارة " في : . يكسلر ، A ، الطبعه Humidity II والرطوبة : قياس
والتحكم في العلم والصناعة " في : . Amdur ، EJ ، الطبعه تطبيقات ،
المجلد . ٢ . نيويورك : رينولد النشر كورب ، ص ٣٣٤-٣٣٩ .
مي ، H. T ، و يانغ ، K. H. ١٩٨٥ . " دراسة التكتيف في الجدران الرطبة في المناخات
الحارة ."
وقائع الندوة الدولية حول الرطوبة و الرطوبة ، ١٤-١٩ أبريل ، ١٩٨٥ ،
واشنطن ، DC . البحوث المثلث بارك، NC : الصك شركة نفط الجنوب . الأمريكية ، ص
٣٣٢-٣٢٥ .
شيروود ، G. E. ١٩٨٣ . " إمكانات التكتيف في جدران عالية الأداء الحراري - في فصل
الشتاء البارد
المناخ " الدقة عنق الرحم قوات التحرير الشعبية ٤٣٣ ماديسون ، WI : دائرة الغابات
وزارة الزراعة الأميركية ، منتجات الغابات
المختبر .
شيروود ، G. E. ١٩٨٥ .
مناخ الصيف " .
المختبر .
" إمكانات التكتيف في جدران عالية الأداء الحراري - حار ورطب
الدقة . حلقة الثدي . قوات التحرير الشعبية ٤٥٥ . ماديسون ، WI : وزارة الزراعة دائرة
الغابات ، منتجات الغابات
TenWolde ، A. ١٩٨٣ . " طرق Kieper و MoistWall تحليل الرطوبة للجدران .
" في :
الإجراءات، ASHRAE / مؤتمر وزارة الطاقة على الأداء الحراري لل مغلفات الخارجي
لل
المباني الثاني ، ٠٦-٠٩ ديسمبر ، ١٩٨٢ ، لاس فيغاس، NV . ASRRAE SP ٣٨ .

أتلانتا ، GA :

ASRRAE ، ص ١٠٣٣-١٠٥١ .

TenWolde ، ١٩٨٥ .A. " ثابت للدولة حركة بخار الماء ذات بعد واحد عن طريق الانتشار و

الحمل الحراري في جدار متعدد الطبقات . " المعاملات ASHRAE ، المجلد ٩١ ، NO.١ ، ص ٣٢٢-٣٤٢ .

Tsongas ، A.G. ، وآخرون .

حاجز بخار " .

المختبر.

١٩٨٠ . " دراسة ميدانية من الضرر الرطوبة في الجدران معزولة دون

ORNL/Sub-٧٨/٩٧٧٢٦/١ . أوك ريدج ، تينيسي : أوك ريدج الوطني

Verrall ، ١٩٦٢ .A. F. " التكتيف في المباني وتبريد الهواء . " منتجات الغابات جورنال، المجلد . ١٢ ، ص ٥٣١-٥٣٦ .

إقرار

المؤلفين أشكر الأستاذ KH يانغ لمساهمته في هذه الدراسة في حين كان

يتخرج الطالب في جامعة لامار .

٥٧٧

_____ ~ ~ ~ ~ _____ .. " _T' _ " . ' .

الجدول ١

بناء و تصميم لوحات اختبار

الداخلية الخارجية

عدد وحة حجم بخار انحياز الفضاء الجوي الإغماد العزل بخار الداخلية

مثبط مثبط

قدم (م) في (مم)

جيش تحرير السودان (قبل ٦/٨) ٧ × ٣ (٠.٩٢ ٠.١٣ × ٢) ألواح الألومنيوم الألياف

الزجاجية البوليسترين كرافت جبس

احباط، untaped مجلس رقة مشتركة

SLB (بعد ٦/٨) ٧ × ٣ (٩٢.) ٢.١٣ (ألواح الألومنيوم الألياف الزجاجية

البوليسترين كرافت ورقة الجبس

احباط، والمجلس المشترك untaped

البولي ايثيلين

S2 3 x 7 (92. س 2.13) ألواح الألومنيوم الألياف الزجاجية البوليستيرين كرافت
جبس

احباط، مسجلة مجلس رقة مشتركة

S3 1.5 x 7 (X 2.13 0.46) ألواح البولي إيثيلين اللوح الليفي الألياف الزجاجية الجبس
مجلس

00

~

S4 1.5 x 7 (X 2.13 0.46) ألواح قاسية 4/3 (19) اللوح الليفي الألياف الزجاجية
كرافت جبس ~

الورق المقوى التهوية

بعد 6/8

S5 1.5 x 3.5 (X 1.07 0.46) ألواح الألومنيوم البوليستيرين الألياف الزجاجية
الجبس

مجلس احباط

S7 1.5 x 7 (X 2.13 0.46) ألواح الألومنيوم البوليستيرين الألياف الزجاجية الجبس
مجلس احباط

S8 1.5 x 7 (X 2.13 0.46) ألواح جبس اللوح الليفي الألياف الزجاجية كرافت
الورق المقوى

S9a (قبل 6/8) 1.5 x 7 (X 2.13 0.46) ألواح جبس اللوح الليفي الألياف الزجاجية
مجلس

S9b (بعد 6/8) 1.5 x 7 (X 2.13 0.46) ألواح جبس اللوح الليفي الألياف الزجاجية
والبولي إيثيلين

مجلس

الشكل 1 . بناء اختبار مع لوحات

تواجه الجنوب

ط ط (8/3 في) / f'ol ، ، ، ، . ، ، ، (8/7 في)

XX

العزل (3 2/1 في)

(1/2in)

81 لوحة ، _ بعد 6 أغسطس

XX

81 لوحة ، وقبل 6 أغسطس

الألواح ٨٢ ، ٨٥ ، ٨٦ ، ٨٧

XX

ط مساحة (٤/٣ في)

٨ ensor المواقع

XX ~

' • rt.oa .. FLT ، د (١/٢ in)

٨٤ لوحة

XX

٨٨ لوحة

لوحة ٨٩ ، قبل ٦ أغسطس

XX

٨٣ لوحة لوحة ٨٩ ، وبعد ٦ أغسطس

الشكل ٢ . موقع المزدوجات الحرارية و

أجهزة استشعار الرطوبة في لوحات الحائط

٥٧٩

!

~

ل ؛

؛ : ؛

' -

~ • و

~

١٠٠

٨٠

٦٠

٤٠

٢٠

٢٤٠ ٢٠ ١٦٠

الدوي (أبريل أنا Itlrol / ٣٠ VLL نوفمبر)

فيقو ~ ٣٥ . قياس درجة الحرارة في الهواء الطلق

والرطوبة النسبية (RH)

في موقع الاختبار ، ١ أبريل -

! لتر، ٨٠

~

٧٠

١ أبريل - ٣٠ نوفمبر، ١٩٨٤

٦٠ + ~ - R - - ؛ - . ~ ~ U٤ - ص ~ ~ ~ ~

٢٥٠ ٢٣٠ ٢١٠ ١٩٠ ١٧٠ ١٥٠ ١٣٠

. الرقم ٦

الدوي (١٥ AuQus! Ihrou^٩h ٣٠ نوفمبر)

الرطوبة النسبية (RH) في لوحة

٥٩ في مثبت العزل بخار

واجهه، ١٥ أغسطس - ٣٠ نوفمبر ،

١٩٨٤

١٠٠

٩٠

EO

٧٠

٦٠

١٠٠

٩٠

EO ~

• %

٧٠

٦٠

١٠٠

٩٠

EO

٧٠

EO

.

١٠٠

٩٠

~

ص

: ٠

٨٠

(AUQIISI ٧ (٩٢٠

س الأعلى

+ أسفل

(ULL ٧ (٢٣ ' : ! ١٩ " ، الاتحاد الافريقي،

(٢٠١٦) ه' AuQIII

٤

(٥٥١٦) ٧' AUIIIUI

(AUQuI ١٨ (٤١٠

(AIIIIISI ٨ (٩٢٠

س

خير ه Poailion

٢

الرقم ٧ . الرطوبة النسبية (RH) في لوحة

S٩ في أوقات مختلفة على أغسطس

٧ و ٨ و أنا ١٩٨٤ تقاس

٤

أجهزة الاستشعار وضعه كما هو مبين

(بوصة) من السطح الخارجي

من انحياز.

س الأعلى

+ أسفل

يوم (٧ أغسطس وحتى ٣٠ نوفمبر)

الرقم ٨ . الرطوبة النسبية (RH) في لوحة

SI في العزل بخار

واجهة مثبت ٧ أغسطس -

١٩٨٤ ، NovemberL ' ٣٠

٥٨١

ط !

• %

، ١٠٠ ----- ،

٩٠

ل

س اللوح الليفي (٥٨)

+ البوليستيرين (٥٧)

: ص ٨٠

: ٠

١٠٠

٩٠

٨٠

٧٠

٦٠

١٠٠

٩٠

٨٠

٧٠

٦٠

١٠٠

٩٠

٨٠

٧٠

٦٠

الدوي (AuQust أنا من خلال ٣٠ AUQust)
فيقو ~ ٩٥ . الرطوبة النسبية (RH) في مركز الظهير

(Augu.t ٧ (٩-٢٠

على أعلى

Bollom +

\

٧ أغسطس (٥٩٢٣)

~

٠ ،AuIIII B (٦٢٠)

بالانحياز تطبيقها على aluminumfaced

البوليسترين (S٧) وأكثر
اللوح الليفي (S٨) ، ٠١-٣٠ أغسطس ١٩٨٤ |
٧ أغسطس (j٦٥٥)
(Augusl B (٤١٠)

،
August على (٩٠٢٠)

" " - ل \ ٤ ٦ ٤ ، ٤

POLLtlon (في)

الرقم ١٠ . الرطوبة النسبية (RH) في لوحة

SI في أوقات مختلفة على أغسطس

٧ و ٨ عام ١٩٨٤ ، تقاس

أجهزة الاستشعار وضعه كما هو مبين

(بوصة) من السطح الخارجي

من انحياز

٥٨٢