

Hygrothermisches Vakuum-Druck-Modifizierungsverfahren für Holz

Hygrothermal Vacuum-pressure Modification Procedure for Timber

Projektleiter

Project Leader:

Dr. Wolfram Scheiding

Projektbearbeiter

In-charge:

Philipp Flade,
Katharina Plaschkies,
Martina Broege,
Jens Gecks

Fördermittelgeber

Funding organisation:

BMW (ZIM)

Projektpartner

Project Partner:

Holzbodenwerk Krotten-
thaler GmbH & Co. KG,
Michelsneukirchen,
Holz Schiller s.r.o.,
Klatovy/Tschechien

ZIELSTELLUNG

Für eine Industrieanlage zur thermischen Holzmodifizierung sollte ein Verfahren entwickelt werden, das sich gegenüber marktüblichen Technologien durch verbesserte Wirtschaftlichkeit, insbesondere kürzere Prozessdauer und geringeren Energieverbrauch, auszeichnet. Dabei waren die positiven Produkteigenschaften zu erhalten und ggf. sogar zu verbessern. Berücksichtigt wurde die Verwendung für Fenster- und Türenkanteln, Fußböden, Terrassendielen und Fassadenbekleidungen. Inhalt des IHD-Teilprojektes waren die Entwicklung von Schnelltests zu Dauerhaftigkeit, Biegefestigkeit und Risspotenzial und die Ermittlung von Eigenschaftskennwerten der Versuchsprodukte.

MATERIAL- UND VERSUCHSVARIANTEN

Insgesamt 8 Nadel- und Laubhölzer wurden bei unterschiedlichen Bedingungen in einer geschlossenen Anlage thermisch modifiziert (Abb. 1). Variiert wurden Druck (2 bar bis 8 bar), Maximaltemperatur (150 °C bis 190 °C) und die Dauer der Prozessschritte.

METHODEN UND ERGEBNISSE

Schnellmethoden

Die Laborprüfung zur biologischen Dauerhaftigkeit benötigt ca. 5 Monate. Mit dem entwickelten Schnelltest kann die Dauerhaftigkeit nach bereits 8 - 10 Wochen abgeschätzt werden. Dazu werden die pilzbedingten Masseverluste an zusätzlichen Prüfkörpern mit Daten aus Normprüfungen verglichen. Durch

OBJECTIVE

A method was to be developed for an industrial facility for the thermal modification of timber, which distinguished from technologies that are usual in the market by enhanced efficiency, especially by shorter processing times and lower energy consumption. At the same time, the positive product properties were to be maintained and possibly even improved. The use of the timber for window and door scantlings, floorings, terrace decking and façade cladding was taken into consideration. The partial IHD project included the development of rapid tests for the durability, bending strength and cracking potential and the determination of property parameters of the test samples.

MATERIAL AND TEST VARIANTS

Altogether eight coniferous and deciduous timbers were thermally modified in a closed facility under different conditions. The pressure (2 bar to 8 bar), maximum temperature (150 °C to 190 °C) and the duration of the process steps were varied.

METHODS AND RESULTS

Rapid Methods

The laboratory test for biological durability takes approximately five months. By way of the rapid test that was developed, the durability can be estimated after eight to ten weeks already. For that purpose, the fungi-related mass loss in additional test samples is compared with data from standardised tests.

kontinuierliche Ergänzung des Datenpools wird die Aussagewahrscheinlichkeit stetig verbessert. Die Dauerhaftigkeitsklasse muss jedoch im genormten Standardverfahren bestimmt werden.

Für die werkseigene Produktionskontrolle (WPK) wurden eine Biegeprüfvorrichtung konzipiert und eine Arbeitsanleitung erstellt. Es sind vier Prüfungen möglich: Durchbiegung bei definierter statischer Belastung, Beanspruchbarkeit durch statische Auflast, Mindest-Tragfähigkeit bei dynamischer Belastung und Tragfähigkeit bei dynamischer Belastung. Zur Abschätzung des Rissbildungspotenzials wurde eine einfache und WPK-geeignete Methode entwickelt. Diese beinhaltet die Provozierung einer Rissbildung durch eine definierte Wechselbeanspruchung (1 oder 2 Zyklen aus Wasserlagerung und Trocknung) und die anschließende Bewertung der Rissbildung anhand von 5 Parametern.

Stehen modifizierte Hölzer mit Metallen in Kontakt, können Korrosion und Verfärbungen auftreten. In den gängigen Prüfmethoden werden nur die Verbindungsmittel und Be-

The confidence level is steadily improved by continually complementing the data pool. The durability class, however, needs to be determined in the standardised method.

A bending-test appliance was designed for Internal Production Control and work instructions were drafted. Four tests are possible: bending under a defined static load, stress due to static load, minimum load-bearing capacity by exposure to dynamic loads and load-bearing capacity under dynamic loads.

For estimating the crack-forming potential, a simple method fit for Internal Production Control was developed. It includes to provoke crack formation by defined alternating stress (one or two cycles of water storage and drying) and the subsequent evaluation of crack formation with the help of five parameters. If modified timbers are in contact with metals, corrosion and discolouration may occur. The common test methods evaluate merely the means of connection and fittings, but not the timber itself. Therefore, the evaluation method that was to be developed for the corrosive effect of wood included an iron/tan-



Abb. 1: Versuchsmaterial (verschiedene Holzarten und Behandlungsintensitäten)

Fig. 1: Test material (various wood species and treatment intensities)

schläge selbst, nicht aber das Holz bewertet. Die daher zu entwickelnde Bewertungsmethode zur Korrosionswirkung von Holz beinhaltet einen Eisen-Gerbstoff-Reaktionstest und die Bestimmung des pH-Wertes im Vergleich zu Kiefern- bzw. Eichen-Kernholz.

Materialkennwerte

An allen für die Außenanwendung vorgesehenen Produktvarianten wurde die biologische Dauerhaftigkeit im Labor bestimmt. Je nach Holzart und Behandlungsintensität lagen diese zwischen 1 (sehr dauerhaft) und 4 (wenig dauerhaft).

Des Weiteren erfolgte die Bestimmung verschiedener physikalisch-mechanischer Eigenschaftswerte wie Biegefestigkeit und Biege-E-Modul, Schraubenauszieh Widerstand, Gleichgewichtsfeuchte, Dichte und Wärmeleitfähigkeit. Die Quellungsvergütung (ASE) in tangentialer Richtung lag zwischen 15 % und 73 %. Der Schraubenauszugswiderstand stellte sich als limitierender Faktor für die Verwendung in Fensterkanteln heraus.

An ausgewählten Varianten, die für Innenräume in Betracht kommen, wurden orientierende Emissionsmessungen mit der Mikrochamber bzw. Emissionsmessungen gemäß DIN EN 717-1 durchgeführt und nach dem AgBB-Schema (Ausschuß zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten) bewertet.

Verarbeitung

Ergänzend wurden bei der Holz Schiller s.r.o. keilgezinkte und lamellierte Kanteln sowie Massivholzplatten hergestellt. In verschiedenen Versuchen (Biegeprüfung Zinkenverklebung, Wechselbeanspruchung durch Was-

ning-agent reaction test and the determination of the pH value in comparison with pine or oak heartwood.

Material Parameters

The biological durability was determined in the laboratory in all product variants intended for outdoor use. Depending on the wood species and intensity of treatment, it ranged between 1 (very durable) and 4 (little durable). Furthermore, several physical/mechanical property parameters, such as the bending strength and the bending modulus of Elasticity, screw withdrawal capacity, equilibrium moisture content, density and heat conductivity. The swelling modification (anti-shrinking efficiency) in tangential direction was between 15 % and 73 %. The screw withdrawal capacity turned out to be a limiting factor for use in window scantlings.

In selected variants possibly used indoors, orientating emission measurements were taken in the microchamber or as emission measuring acc. to DIN EN 717-1 and evaluated acc. to the AgBB scheme (Committee for the Health-related Evaluation of Building Products).

Processing

Complementary to that, the company Holz Schiller s.r.o. manufactured finger-jointed and laminated scantlings and solid wood panels. In various tests (bending tests of the glued finger jointing, alternating stress due to water storage), it was proved that glued finger jointing and laminar glueing yield sufficient quality. The single-layered solid wood panels had been made of modified pine, poplar and Eucalyptus grandis.

serlagerung) wurde nachgewiesen, dass Keilzinken- und Flächenverklebung eine ausreichende Qualität aufweisen. Die einschichtigen Massivholzplatten wurden aus modifiziertem Holz von Fichte, Pappel und Eukalyptus grandis hergestellt.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Teilprojekt des IHD wurden Schnellverfahren zu Dauerhaftigkeit, Biegefestigkeit, Emission und zur Rissbildung sowie eine Prüfmethode zur Korrosionsneigung von TMT entwickelt. Die Prüfmethoden sind auch für die werkseigene Produktionskontrolle anwendbar. Für Krottenthaler konnte eine Biegeprüfvorrichtung entworfen und die Bedienungsanleitung erstellt werden. In zahlreichen Untersuchungen wurden insgesamt 33 Versuchsvarianten (8 Holzarten, verschiedene Prozessvarianten) hinsichtlich wichtiger, verwendungsbezogener Kennwerte charakterisiert. Hierzu zählen u. a. biologische Dauerhaftigkeit, Biegefestigkeit, Schraubenausziehfestigkeit, Quellungsvergütung und Wärmeleitfähigkeit.

Im Ergebnis des ZIM-Projektes verfügt der Thermoholzhersteller über optimierte Prozessabläufe für die Anwendungsbereiche Fensterkante und Terrassendiele sowie über holzartenspezifische Prozessdetails. In Verbindung mit neuen Anlagenkomponenten wurden sowohl die Verfahrenskosten als auch das Emissions- und Geruchspotenzial des Thermoholzes deutlich gesenkt.

SUMMARY

Rapid methods for the durability, bending strength, emission and cracking and a test method for the corrosion tendency of TMT were developed in the partial IHD project. The test methods can also be applied in Internal Production Control. A bending test appliance and operating manual was possible to be designed for Krottenthaler. In numerous investigations, a total of 33 test variants (eight wood species, several process variants) regarding vital application-relevant parameters were characterised. They include biological durability, bending strength, screw withdrawal capacity, modification by swelling and heat conductivity.

As a result of the ZIM project, the manufacturer of thermally modified timber (TMT) has at its disposal optimised processing routines in the fields of application of window scantlings and terrace decking and also wood-species-related process details. In connection with new facility components, both the processing costs and the potential of emissions and odour of the TMT were clearly reduced.