

Reaktive 1K-Weißleimsysteme für die Flächenverklebung von Holz

Reactive 1C white-glue systems for the laminar gluing of wood

Projektleiter:
Project leader:
Andreas Weber

Projektbearbeiter:
In-charge:
Christoph Scheffel

Projektpartner (FST 1):
Project partner (FST 1):
Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP)

Fördermittelgeber:
Co-funded by:
BMWK

Projekträger:
Project management:
AiF

Förderprogramm:
Funding programme:
IGF

Förderkennzeichen:
Funding code:
21782 BR

Laufzeit:
Term:
01.04.2021 - 31.12.2023

AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Wässrige Dispersionsklebstoffe (oder Weißleim) auf Basis von Polyvinylacetat (PVAc) werden in großem Umfang zum industriellen Verleimen in der Holz- und Möbelindustrie verwendet. Während klassische Weißleime wenig wasserbeständige Verklebungen ergeben, liefern reaktive PVAc-Weißleimsysteme, deren Basisleim zusätzlich vernetzbare oder selbstvernetzende Comonomere enthält und/oder nachträglich durch spezielle Vernetzer additiviert wird, eine deutlich erhöhte Wasserbeständigkeit. Dadurch werden Anwendungsbereiche in feuchten Innenräumen oder Außenanwendungen (z.B. Fensterbau) erschlossen.

Viele dieser Vernetzungskonzepte bestehen in der Praxis und liefern Klebstoffe, die die Anforderungen nach DIN EN 204 erfüllen. Für die Formulierung von Dispersionsklebstoffen der höchsten Qualitätsstufe D4 (kochwasserbeständige Klebstoffe) gibt es zwei Strategien. Neben zweikomponentigen Systemen werden einkomponentige Klebstoffe (1K) eingesetzt, die oft verarbeitungstechnische Vorteile aufweisen. 1K-D4-PVAc-Dispersionsklebstoffe enthalten selbstvernetzende Comonomere wie N-Methylolacrylamid (NMA) und sind zusätzlich mit Lewisäuren wie AlCl₃ additiviert. Bei geringen NMA-Gehalten sind die Produkte lagerstabil (6 bis 9 Monate), jedoch setzt diese Kombination per se saure pH-Werte voraus, was bei eisen- und

INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

Aqueous dispersion adhesives (or white glues) based on polyvinyl acetate (PVAc) are used extensively for industrial gluing in the wood and furniture industry. While classic white glues provide little water-resistant bonding, reactive PVAc white glue systems, whose base glue contains additional cross-linkable or self-cross-linking co-monomers and/or is subsequently additivated with special cross-linking agents, provide significantly increased water resistance. This opens up new areas of application in damp indoor areas or outdoor applications (e.g., window construction).

Many of these cross-linking concepts are in use and deliver adhesives that fulfil the requirements of DIN EN 204. There are two strategies for formulating dispersion adhesives of the highest quality level D4 (adhesives that are resistant to boiling water). In addition to two-component systems, single-component adhesives (1C) are used, which often have processing advantages. 1C-D4-PVAc dispersion adhesives contain self-cross-linking co-monomers, such as N-methylolacrylamide (NMA), and are additionally additivated with Lewis acids, such as AlCl₃. With low NMA contents, the products are stable during their shelf life (6 to 9 months), but this combination in its own right requires acidic pH values, which can lead to discolouration in wood types rich in iron and tannins.

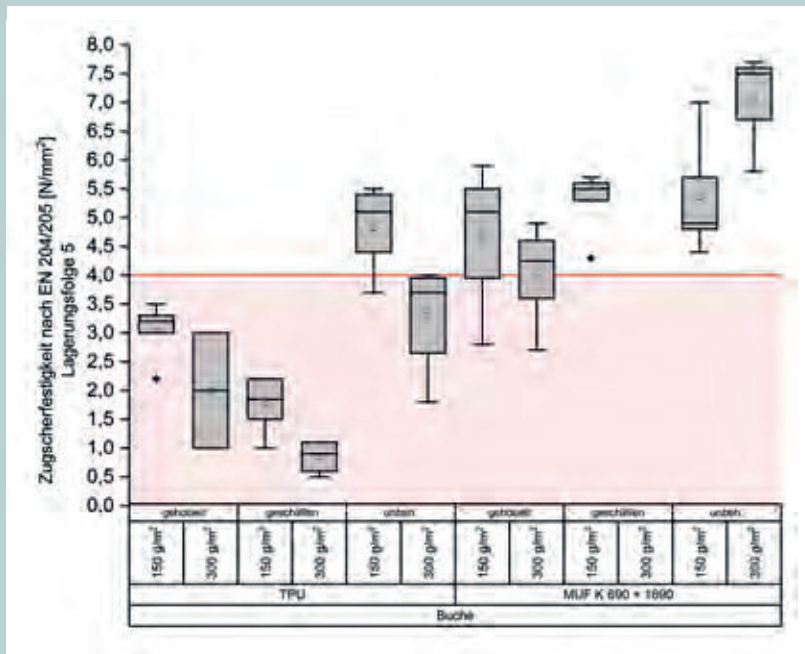


Abb. 1: Ergebnisse der Längszugscherprüfungen nach Lagerungsfolge 5 gemäß EN 204. Einsatz von additiven Klebstoffvarianten- Vergleich Heißpresse/HF bei verschiedenen Presszeiten

Fig. 1: Results of the longitudinal tensile shear tests according to storage sequence 5 in accordance with EN 204. Use of adhesive variants with additives – comparison of hot press/HF at different pressing times

gerbstoffreichen Holzarten zu Verfärbungen führen kann.

Neutrale 1K-D4-PVAc-Dispersionsklebstoffe sind in der Literatur nicht beschrieben. Ein wesentliches Hindernis ist, dass alle bislang erprobten Konzepte auf einer nachträglichen Additivierung beruhen, die beim Zusammenspiel von Reaktivität und Lagerstabilität stößt.

Im Vorhaben wurde ein neuartiges Vernetzungskonzept auf der Basis einer reaktiven Latexmischung für wasserbeständige 1K-PVAc-Dispersionsklebstoffe erarbeitet. Im Unterschied zu kommerziellen Systemen basiert dieses Konzept auf einer PVAc-Klebstoffformulierung, die aus zwei komplementär funktionalisierten PVAc-Latexdispersionen besteht, dem sogenannten „Zweikomponentenklebstoff im Eintopf“.

Neutral 1C D4 PVAc dispersion adhesives are not described in the literature. A major obstacle is that all the concepts tested so far are based on the subsequent use of additives, which reach their limits when it comes to balancing reactivity and storage stability. The project developed a novel cross-linking concept based on a reactive latex mixture for water-resistant 1C PVAc dispersion adhesives. Unlike commercial systems, this concept is based on a PVAc adhesive formulation that consists of two complementarily functionalised PVAc latex dispersions, the so-called ‘two-component adhesive in one stew’.

ERGEBNISSE

Der „Zweikomponentenklebstoff im Eintopf“ basiert auf einer Latexmischung, die epoxid- und carbonsäurehaltige PVAc-Dispersionen enthält, deren Herstellung an der FST 1 (IAP) erfolgte. Alle Synthesen wurden zunächst in einem Maßstab von etwa 550 g durchgeführt, ausgewählte epoxid- und säurehaltige PVAc-Holzleimmuster anschließend in den 2 kg-Maßstab überführt.

Parallel dazu konzentrierte sich das IHD (FST 2) auf den Nachweis der Eignung der Klebstoffe für Holzwerkstoffe. Dies erfolgte vorrangig anhand der Verklebung von Buchenprüfkörpern nach DIN EN 205.

Die Klebstoffe konnten bezüglich der verarbeitungsrelevanten Parameter (Filmbildungstemperatur, Viskosität, Fließverhalten) so eingestellt werden, dass eine gute Handhabbarkeit bei der Herstellung der Verklebungen gegeben war. Der Nachweis, dass der „Zweikomponentenklebstoff im Eintopf“ vernetzte, wurde erbracht. So zeigte sich, dass die Verklebungen nach DIN EN 204/205 mit dem „Zweikomponentenklebstoff im Eintopf“ durchgehend höhere Festigkeiten aufwiesen als Verklebungen, die lediglich mit den Einzelkomponenten erzeugt wurden.

Der Anforderungswert nach DIN EN 204 – D3 konnte mit unadditiviertem „Zweikomponentenklebstoff im Eintopf“ eingehalten werden (Pressparameter: 150°C/15 min). Dagegen wurde bei der Kochfestigkeitsprüfung nach Beanspruchungsgruppe D4 die Anforderung noch verfehlt. Zudem offenbarte sich, dass bei den avisierten Presstemperaturen unterhalb 100°C keine abgeschlossene Vernetzung innerhalb üblicher Presszeiten stattfindet und die Anforderungswerte nicht erreicht wurden.

RESULTS

The ‘two-component adhesive in one stew’ is based on a latex mixture containing epoxy- and carboxylic acid-containing PVAc dispersions, which were produced at the FST 1 (IAP). All syntheses were initially carried out on a scale of about 550 g. Selected epoxy and acid-containing PVAc wood glue samples were then transferred to the 2 kg scale.

At the same time, the IHD (FST 2) concentrated on demonstrating the suitability of the adhesives for wood-based materials. This was done primarily by bonding beech test specimens in accordance with DIN EN 205.

The adhesives could be adjusted in terms of the processing-relevant parameters (film-forming temperature, viscosity, flow behaviour) so that good handling was ensured during the production of the bonds. Proof that the ‘two-component adhesive in one stew’ cross-linked was provided. It was shown that the bonds according to DIN EN 204/205 with the ‘two-component adhesive in one stew’ consistently showed higher strengths than bonds that were only produced with the individual components.

The value required by DIN EN 204 – D3 was met by the ‘two-component adhesive in one stew’ without additives (pressing parameters: 150°C/15 min). On the other hand, the requirement was not met in the boiling strength test according to stress group D4. It also became apparent that at the advised pressing temperatures below 100°C, no complete cross-linking takes place within the usual pressing times and the required values were not achieved.

It was necessary to blend an additive into the dispersion adhesives to achieve stress group D4. These adhesive formulations were used

Eine Additivierung der Dispersionsklebstoffe war notwendig, um die Beanspruchungsgruppe D4 zu erreichen. Mit diesen Klebstoffformulierungen wurden Verklebungen im Bereich der Beanspruchungsgruppe D4 nach DIN EN 204 hergestellt, wobei mit 150°C/15 min gepresst werden musste.

Die hierbei identifizierten Vorzugsvarianten wurden anschließend für Untersuchungen zur Verklebung unter Einsatz der Hochfrequenztechnologie eingesetzt.

Nach Entwicklung eines geeigneten Verklebungsprozesses wurden durch Anwendung der Hochfrequenztechnologie letztlich Verklebungen der Beanspruchungsgruppe D4 nach DIN EN 204 hergestellt und damit das übergeordnete Projektziel erreicht. Mit der Hochfrequenztechnologie kann der wasserhaltige Klebstoff selektiv erwärmt werden, wodurch hohe Heizraten möglich sind. Die Presszeit bei 150°C konnte durch Anwendung der Methode auf 60 Sekunden Haltezeit reduziert werden.

Abschließend wurden Fensterkanteln mittels Hochfrequenztechnologie hergestellt, um die Anwendbarkeit der Klebstoffe zu demonstrieren. Die Fugen der Fensterkanteln wurden in Anlehnung an DIN EN 392 geprüft und bewertet. Sowohl unter trockenen Bedingungen als auch nach einem Feuchtlagerzyklus wurden vergleichbare Scherdruckfestigkeiten wie mit einem unter gleichen Pressbedingungen verarbeiteten, industriell verfügbaren D4-Klebstoff erzielt.

to produce bonds in the D4 stress group according to DIN EN 204, whereby pressing at 150°C/15 min was required.

The preferred variants identified in this way were then used for investigations into bonding using high-frequency technology.

After developing a suitable bonding process, bonds of stress group D4 according to DIN EN 204 were ultimately produced by applying high-frequency technology, thus achieving the overall project objective. With high-frequency technology, the aqueous adhesive can be heated selectively, enabling high heating rates. The pressing time at 150°C could be reduced to 60 seconds of dwell time by applying the method.

Finally, window scantlings were produced using high-frequency technology to demonstrate the applicability of the adhesives. The joints of the window scantlings were tested and evaluated in accordance with DIN EN 392. Comparable shear strengths were achieved under dry conditions and after a damp storage cycle, as with a commercially available D4 adhesive processed under the same pressing conditions.