

Manfred Dunky, Stjepan Petrović

Hochreaktive synthetische Leime auf Duroplastbasis für die Flächenverleimung in der Holzindustrie

Visokoreaktivna sintetička ljepljiva na bazi duroplasta za površinsko lijepljenje u drvnoj industriji

Stručni rad - Professional paper

Prispjelo - received: 28. 12. 1998. • Prihvaćeno - accepted: 25. 02. 1999.

*UDK 630*824.83*

ZUSAMMENFASSUNG • Im Artikel sind die synthetischen Leime auf Duroplastbasis für die Flächenverleimung, insbesondere hochreaktive UF-Harze, durch ihre Herstellungsverfahren und grundlegenden Kennwerte dargestellt. Am Beispiel verschiedener Produkte der Firma KREMS CHEMIE wurden die Flottenrezepturen und einige anwendungstechnische Empfehlungen gegeben sowie die Voraussetzungen für eine gute Holzverleimung erläutert. Anschließend wurde auf die gegenwärtigen Entwicklungstendenzen in diesem Bereich hingewiesen.

Schlüsselworte: Synthetische Leime, Flächenverleimung, Benetzung, Flottenzusammenstellung, hochreaktive Leimsysteme

SAŽETAK • U članku su prikazani proizvodni proces, osnovna svojstva sintetičkih ljepljiva te smjese ljepljiva i dodataka, a opisane su i temeljne pretpostavke za postizanje pouzdanoga slijepljenog spoja.

Proizvodni se proces u osnovi može podijeliti na tri stupnja: 1. nastajanje niskomolekularnih spojeva metilola i karbamida (Metylolierung), 2. tvorba kompliciranih produkata kondenzacije u kiseloj sredini, te zaustavljanje reakcije dodatkom lužine (Hauptkondensation) i 3. prilagodba konačnih svojstava gotovih ljepljiva (molarni odnos karbamida i formaldehida, količina slobodnog formaldehida, vrijeme želiranja). U toj se fazi reakcija usporava, ali ne prekida. Polagani nastavak reakcije može se pratiti mjerenjem viskoznosti ljepljiva, u pravilu

Dr. M. Dunky i Dr. S. Petrović su znanstveni savjetnici u firmi KREMS CHEMIE, Austrija.

Dr. M. Dunky und Dr. S. Petrović sind wissenschaftliche Mitarbeiter der Firma KREMS CHEMIE, Österreich.

4. GRUNDLEGENDE VORAUSSETZUNGEN FÜR EINE ZUVERLÄSSIGE VERLEIMUNG
4. OSNOVNE PRETPOSTAVKE ZA POUZDANO LIJEPLJENJE

Ohne Rücksicht auf eine Vollständigkeit kann man hier einige wichtige Voraussetzungen für eine gute Verleimung nennen:

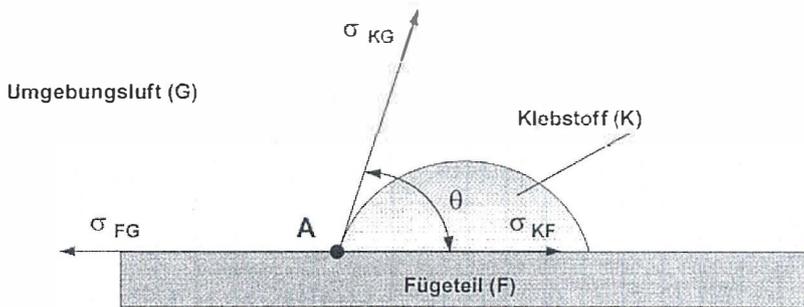
- a) gute Benetzbarkeit der Fügeiteile
- b) angepaßter Kondensationsgrad des Leimes
- c) optimaler Flottenansatz im Hinblick auf die Verarbeitungsbedingungen sowie Anforderungen bei der Anwendung
- d) optimale Vorbehandlung des Holzes (Feuchte, Oberflächenbeschaffenheit)
- e) gleichmäßiger Leimauftrag
- f) gut abgestimmtes Zusammenwirken von Reaktivität, offener und geschlossener Wartezeit sowie Preßbedingungen.

4.1. Benetzung
4.1. Kvašenje

Die gute Benetzbarkeit von Holzoberflächen stellt bei der Holzverleimung die Grundvoraussetzung dar. Unter Benetzbarkeit versteht man eine Oberflächeneigenschaft, welche die Anziehung, die Ausbreitung, das Eindringen und die Bindung einer Flüssigkeit bestimmt. Es ist seit langem bekannt, daß die Benetzbarkeit der Oberflächen verschiedener Hölzer sehr verschieden sein kann und daß die Vorbehandlung darauf einen erheblichen Einfluß hat. Die Fähigkeit einer Flüssigkeit, eine Oberfläche zu benetzen und sich darauf auszubreiten, wird durch den Kontaktwinkel gemessen, den ein Flüssigkeitstropfen mit der Oberfläche bildet (Bild 1)

Niedrige Kontaktwinkel ($< 45^\circ$) weisen auf eine gute Benetzbarkeit (dobro kvašenje) der Oberfläche hin (Bild 2).

Im Idealfall wird der Kontaktwinkel = 0 (Spreitung - razlijevanje) betragen, die



- θ = Kontaktwinkel
- σ_{FG} = Oberflächenspannung des Fügeiteils
- σ_{KG} = Oberflächenspannung des flüssigen Klebstoffes
- σ_{KF} = Grenzflächenspannung zwischen Fügeiteiloberfläche und flüssigem Klebstoff
- Θ - kontaktni kut
- σ_{FG} - slobodna površinska energija drva
- σ_{KG} - površinska napetost tekućeg ljepila
- σ_{KF} - granicna površinska napetosti između površine drva i tekućeg ljepila

Bild 1.
 Thermodynamische Größen beim Benetzungsvorgang [2] • Termodinamičke veličine pri kvašenju [2]

| $\theta = 0^\circ$ | $\theta < 45^\circ$ | $\theta = 90^\circ$ | $\theta > 90^\circ$ | $\theta = 180^\circ$ |
|---------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------|
| | | | | |
| Spreitung razlijevanje | gute dobro | unvollständige neodgovarajuće | keine loše | keine loše |
| Benetzung kvašenje | | | | |

Bild 2:
 Kontaktwinkel u. Benetzungsverhalten (nach Habenicht 1986), Θ = Kontaktwinkel [2] • Kontaktni kut i ponašanje pri kvašenju [2]

Tabella 2.
*Beispiele für
 verschiedene
 Leimflotten • Primjeri
 različitih smjesa
 pripremljenog ljepila*

| Flottenkomponenten Komponente smjese | Furnieren von Spanpl. Furniranje iverica | | Türenproduktion Proizvodnja vrata | Parkettproduktion Proizvodnja parketa | | Sperrholzproduktion Proizvodnja šperploča | | | |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|------|--------------------------------------|------------------------------------------|------|----------------------------------------------|------|------|------|
| | IW67 | IF20 | IF20 | IF20 | IF20 | AW100 | A100 | IF20 | IF20 |
| Hiabond P153H | --- | --- | --- | --- | --- | 100 | --- | --- | --- |
| Hiacoll H66 | 100 | 100 | 100 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Hiacoll H67 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 100 | --- | --- |
| Hiacoll H25H | --- | --- | 100 | --- | --- | --- | --- | 100 | --- |
| Hiacoll GL7F | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Hiacoll VL910 | --- | --- | --- | 100 | --- | --- | --- | --- | 100 |
| Hiacoll VL911 * | --- | --- | --- | --- | 100 | --- | --- | --- | --- |
| Hiacoll VL921 * | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Streckmittel (z.B. Roggenmehl) | --- | 20 | 7 | --- | --- | --- | --- | 15 | 20 |
| Streckmittel MR | 10 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Bonit 211 | --- | --- | 13 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kokoschalenrußmehl | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 3 | --- | --- |
| Schaummittel | --- | --- | --- | --- | --- | 1 | --- | --- | --- |
| Wasser | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Härter AS | --- | 10 | --- | --- | --- | --- | --- | 8 | 10 |
| Härter M66B | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 25 | --- | --- |
| Härter F22 | 20 | --- | 15 | 18 | --- | --- | --- | --- | --- |
| Härter F14 | --- | --- | --- | --- | 13 | 20 | --- | --- | --- |
| Härter WA | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Härter U23 | --- | 28 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Härter 17 fl. | --- | --- | 8 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

* geeignet für die Hochfrequenzverleimung - pogodan za lijepljenje u polju visoke frekvencije

Flüssigkeit breitet sich spontan auf der Oberfläche aus. Kontaktwinkel von 90° und mehr zeugen von einer unvollständigen Benetzung (nepotpuno kvašenje). Völlige Unbenetzbarkeit (Entnetzung -nekvašenje) herrscht bei = 180°. Hier gäbe es keine Adhäsion. In der Praxis ist das aber nicht möglich, da immer eine gewisse Adhäsion vorhanden ist.

4.2. Leimauswahl 4.2. Izbor ljepila

Nachdem die gute Benetzung der Oberflächen gesichert ist, muß für eine zuverlässige Verleimungsgüte auch ein entsprechender Leimtyp ausgewählt werden, welcher auf die gestellten Anforderungen in der Praxis gut abgestimmt ist. Diese Abstimmung stellt immer einen gewissen Kompromiß dar. Man geht davon aus, daß manche grundlegenden Kennwerte von UF-Leimharzen (Gehalt an freiem Formaldehyd, Gelierzeit, Lagerstabilität, Wasserverträglichkeit, Viskosität) vom Molverhältnis F/U abhängig sind. Da Formaldehyd die eigentliche reaktive Komponente in den Leimharzen ist, hat das Molverhältnis entscheidenden Einfluß auf das Aushärteverhalten von Leimen. Die Reaktivität eines Harzes wird durch seinen Anteil an freiem Formaldehyd bzw. N-Methylolgruppen bestimmt. Je höher dieser Anteil und somit auch das Molverhältnis F/U ist, desto kürzere Gelierzeiten bzw. Preßzeiten können erreicht werden. Das wirkt sich positiv im Sinne der Wirtschaftlichkeit des Verleimungsverfahrens aus, aber gleichzeitig gewährleistet dies noch nicht, daß die Qualität des Fertigproduktes annehmbar ist. Im konkreten Fall könnte je nach Fertigprodukt (furnierte Spanplatte, Tischler- oder Sperrholzplatte, Parkett oder Türen) bei manchen Produkten die

nachträgliche Emission an freiem Formaldehyd über den Grenzwerten liegen. Auch die Viskosität des Leimes darf nicht außer Acht gelassen werden, weil sie im Zusammenwirken mit anderen Einfluffaktoren eine wichtige Rolle spielt. Sie steigt (bei konstantem Molverhältnis) mit zunehmendem Kondensationsgrad sowie mit steigendem Festharzgehalt. Diesbezüglich lohnt sich ein ausführliches Gespräch mit Fachleuten (Anwendungstechnikern) des Leimherstellers. Dieses Gespräch ist wichtig für die Erfüllung der nächsten Voraussetzung: Festlegung des richtigen (optimalen) Flottenansatzes.

4.3. Flottenzusammenstellung 4.3. Priprema smjese ljepila i dodataka

Nachdem die richtige Auswahl des Leimtyps getroffen wurde, ist es wichtig, den Flottenansatz an die konkreten Verarbeitungsbedingungen (abhängig von der Art der Produktion, Holzart und Oberflächenzustand, Hallenklima) und die vorhandenen Preßbedingungen anzupassen. Die gewünschte Viskosität der Leimflotte wird durch die Zugabe von Streckmitteln erreicht.

Durch die Streckung von UF-Leimen mit meistens Roggen- oder Weizemehl (Bild 3) erreicht man bei Furnierungen oder mehrschichtigen Furnier- bzw. Massivholzplatten eine Reihe von Vorteilen wie z.B.: Regulierung der Flottenviskosität; verbesserte Elastizität der Leimfuge; erhöhte Füllkraft des Leimes (Kokusanulschalenmehl); verminderte Leimdurchschlagsgefahr und nicht zuletzt eine billigere Leimflotte. Durch die Zugabe von Streckmehl erhöhen sich die Gebrauchsdauer und die zulässige offene Wartezeit, jedoch auch die erforderliche Preßzeit. Eine gute Streckung der Leimflotte und eine entsprechende Viskosität sind grundlegende Voraussetzungen für eine

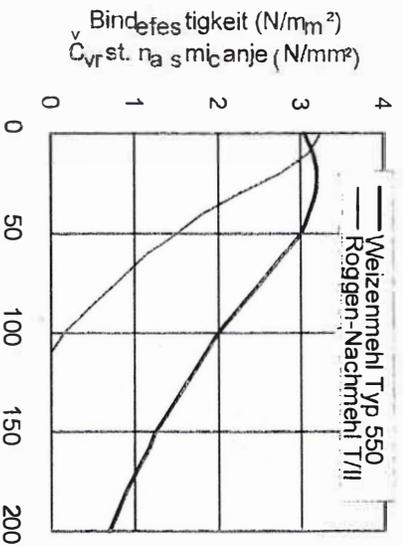


Bild 3.
Auswirkung von Weizemehl und Roggen-Nachmehl als Streckmittel auf die Naßbindfestigkeit von UF-Leim [1] • Utjecaj pšeničnoga i raženog brašna kao punila na čvrstoću spoja u mokrom stanju u UF-ljepilu [1]

Ein optimaler Leimauftrag ist im konkreten Fall erst dann möglich, wenn alle Voraussetzungen dafür (optimaler Flottenansatz im Hinblick auf die klimatischen Umstände, Holzfeuchte und Oberflächenbeschaffenheit) erfüllt sind. Ein zu hoher Leimauftrag trägt zu keiner höheren Verleimungsfestigkeit bei, im Gegenteil, er kann infolge eines zu hohen Wasseranteiles in der Fuge einen Leimdurchschlag (z.B. beim Furnieren) hervorrufen. Der Leimverbrauch hängt mehr vom Oberflächenzustand der Furniere und von der Zusammensetzung der Leimflotte als von der Maschineneinrichtung ab.

Nach dem Leimauftrag ist auf die sogenannte offene Zeit zu achten. Die offene Zeit beschreibt in erster Linie generell den Zeitraum vom Auftrag des Klebstoffes bis zum Einsetzen des Preßdruckes. Im Detail unterscheidet man die offene und die geschlossene Wartezeit. Dabei ist unter der geschlossenen Wartezeit die Zeit nach dem Zusammenfügen bis zum Einsetzen des Preßdruckes zu verstehen. Die Fachleute aus der Klebstoffindustrie führen mehr als 50% aller Fehlerverleimungen ursächlich auf ein Überschreiten der offenen Zeit zurück.

Bei der Bewertung der offenen Zeit muß man stärker auf individuelle Einflußfaktoren achten. Manche von diesen Faktoren wirken auf die offene Zeit verkürzend (weiches, sehr saugfähiges Holz; geringe Holzfeuchte; hohe Holz-, Leim- und Raumtemperatur; geringe Luftfeuchte; dünner Leimauftrag; starke Luftbewegung; direkte Sonnenbestrahlung), manche verlängernd (hartes, wenig saugfähiges Holz; hohe Holzfeuchte; geringe Holz-, Leim- und Raumtemperatur; hohe Luft-

feuchte; dicker Leimauftrag; geringe Luftbewegung; schnelles Fügen der Teile). Wenn die genannten Einflußfaktoren je nach Betriebsbedingung individuell auch bei der Bewertung der offenen Zeit beachtet werden, können Fehlerverleimungen in entscheidendem Maße vermieden werden.

4.6. Verpressung

4.6. Prešanje

Für eine zuverlässige Verleimung sind auch mit dem Verwendungszweck des Fertigproduktes und somit der Leimauswahl gut abgestimmte Preßbedingungen (Preßtemperatur, Preßzeit und Preßdruck) sehr wichtig.

Die Preßtemperatur und die Preßzeit müssen unter den Rahmenbedingungen für die gegebene Anlage so gewählt werden, daß man mit dem gewählten Leimsystem (Leim + Härter und ev. Streckmittel) ein optimales Ergebnis erreichen kann - gute Verleimungsqualität und möglichst kurze Preßzeiten. Gegenüber den traditionellen Leimsystemen kann man, dank neuer Entwicklungen auf diesem Gebiet [4], kurze Preßzeiten mit einem entsprechend schnellen Härter erreichen. Ein Vergleich dieser beiden Systeme in Tabelle 3 zeigt, welche Vorteile die neuen Systeme bezüglich Preßzeit bieten.

Für die Anwendung der neuen Leimsysteme müssen entsprechende technische Voraussetzungen erfüllt werden, wie z.B. gekühlte Auftragswalzen und/oder gekühlte Leimbehälter. Diese Maßnahme ist unbedingt notwendig, um bei schnellen Leimsystemen noch ausreichende Topfzeiten bzw. Gebrauchszeiten zu gewährleisten. Optimal wäre es, die Flottentemperatur bei

| Verwendungsart Vrsta primjene | Preßtemperatur Temperatura prešanja | Preßzeit- traditionelles Leimsystem Vrijeme prešanja - tradicionalno ljeplilo | Preßzeit- hochreaktives Leimsystem Vrijeme prešanja - visokoreakt. ljeplilo |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Fertigparkett, Decklage 4 mm -Hartholz, gotovi parket - pokrovni sloj 4mm - tvrdo drvo | 98°C | 5 min | 3,5 min |
| Türenherstellung: Absperren mit Hartfaserplatte 3,5 mm und Furnier 0,7 mm, proizvodnja vrata: obloga tvrda vlaknatica 3,5 mm i furnir 0,7 mm | 98°C | 300 sec | 230 sec |
| Furnieren von Spanplatten furniranje iverica | 120°C | 60 sec | 40 - 45 sec |

Tabelle 3.

Vergleich zwischen
traditionellen und
hochreaktiven
Leimsystem •
Usporedba
tradicionalnoga i
visokoreaktivnog
sustava ljeplila



Najvažnije u životu su dobre veze

KREMS CHEMIE AG
Ein Unternehmen der
NESTE CHEMICALS OY
(Zertifiziert nach ISO 9001)

SUSTAVI LJEPILA ZA DRVNU INDUSTRIJU

| | |
|---------------------|-------------------------------------------------|
| HIACOLL (UF) | Karbamid-formaldehidna ljepila (tekuća) |
| HIACOLL (MUF) | Melamin-karbamid-formaldehidna ljepila (tekuća) |
| HIABOND (PF) | Fenol-formaldehidna ljepila (tekuća) |
| W LEIM (UF) | Karbamid-formaldehidna ljepila (u prahu) |
| PARAFINSKE EMULZIJE | |

Provjerite zadovoljstvo kupaca s proizvodima i uslugama tvrtke
KREMS CHEMIE AG

Krems Chemie AG, Hafenstrasse 77, A-3500 KREMS, Tel. +43 2732 899176 (Dr. Petrović)