

Accoya®

Hout is een veel gebruikt constructiemateriaal. Het bestaat voor een groot deel uit cellulose. Cellulose is een polymeer van glucose en geeft sterkte aan het hout. Cellulose is een eindproduct van een reeks reacties die begint met de fotosynthese. Uit de glucose, die hierbij ontstaat, wordt cellulose gevormd.

- 3p **13** Geef in één reactievergelijking het proces weer waarbij in een aantal stappen cellulose ontstaat. Ga uit van de beginstoffen van de fotosynthese. Geef cellulose weer met $(C_6H_{10}O_5)_n$.

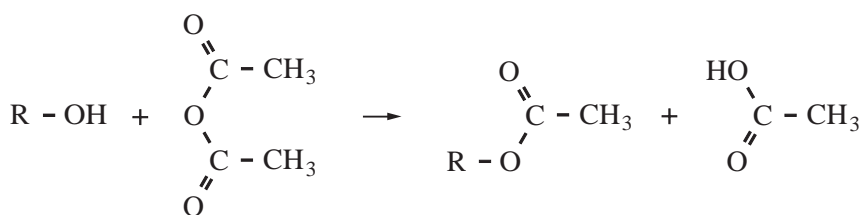
Een ander polymeer dat in hout voorkomt, is hemicellulose. Hemicellulose is opgebouwd uit verschillende monosachariden. Een monosacharide dat veel in ketens van hemicellulose is verwerkt, is xylose. Xylose is een stereo-isomeer van D-ribose en verschilt van D-ribose in de oriëntatie van de OH groep aan het C atoom met nummer 3 (zie Binas-tabel 67A).

- 3p **14** Teken een fragment uit het midden van een hemicellulose keten, bestaande uit een eenheid van D-galactose en een eenheid van xylose. D-Galactose koppelt door middel van de OH groepen aan de C atomen met nummers 1 en 4 en xylose door middel van de OH groepen aan de C atomen met nummers 1 en 5. Gebruik de notatie die ook in Binas wordt gehanteerd.

In ketens van hemicellulose zijn ook zogenoemde uronzuren ingebouwd. Voorbeeld van zo'n uronzuur is glucuronzuur. Glucuronzuur kan ontstaan uit glucose, wanneer de $-CH_2-OH$ groep wordt omgezet tot een carboxylgroep. Deze omzetting is een redoxreactie.

- 3p **15** Geef de vergelijking van de halfreactie voor de omzetting van glucose tot glucuronzuur. In deze vergelijking komen onder andere ook H^+ en H_2O voor. Noteer glucose als $R-CH_2-OH$ en glucuronzuur op een vergelijkbare manier.

Hout is erg gevoelig voor vocht. De grote vochtgevoeligheid van hout wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van veel hydroxylgroepen in moleculen cellulose en hemicellulose. Een methode om hout minder gevoelig te maken voor vocht berust op een reactie die acetyleren wordt genoemd. Bij deze reactie worden hydroxylgroepen met behulp van moleculen azijnzuuranhydride veresterd. De reactie wordt als volgt schematisch weergegeven:



R staat voor de rest van een molecuul cellulose of hemicellulose.

Titan Wood heeft een procedé ontwikkeld om hout te acetyleren. Het azijnzuuranhydride dat hiervoor nodig is, wordt in het procedé zelf bereid uit de grondstof azijnzuur. Het aldus behandelde hout wordt Accoya[®] genoemd.

Het door Titan Wood ontwikkelde proces verloopt (vereenvoudigd) als volgt:

- Het hout wordt in droogkamers gedroogd en in een reactor R1 gebracht. Hierin wordt azijnzuuranhydride gepompt. Men laat de acetyleringsreactie bij hoge druk en temperatuur gedurende enkele uren plaatsvinden. Er is een overmaat azijnzuuranhydride. De verblijftijd in de reactor is zo gekozen, dat nagenoeg alle hydroxylgroepen in het hout worden geacetyleerd.
- Azijnzuur dat bij de reactie ontstaat, wordt samen met het niet-gereageerde azijnzuuranhydride afgevoerd naar een opslagtank O. In deze tank wordt extra azijnzuur ingevoerd.
- Het azijnzuur wordt samen met het niet-gereageerde azijnzuuranhydride uit de opslagtank O naar een reactor R2 geleid, waarin het wordt verhit. Het azijnzuur wordt dan omgezet tot azijnzuuranhydride, met als tweede reactieproduct water. Deze twee reactieproducten worden in reactor R2 van elkaar gescheiden.

- 4p **16** Geef het proces, zoals dat bij Titan Wood wordt uitgevoerd, in een blokschema weer.

Teken in dat schema drie blokken:

- R1 is de reactor waarin het hout zich bevindt;
- R2 is de reactor waarin azijnzuuranhydride en water ontstaan;
- O is de opslagtank van azijnzuur en het ongereageerde azijnzuuranhydride;

Geef de stofstromen in het schema aan met cijfers:

- 1 voor gedroogd hout;
- 2 voor behandeld hout (Accoya[®]);
- 3 voor azijnzuuranhydride;
- 4 voor azijnzuur;
- 5 voor water.

Wanneer het proces in bedrijf is, werkt men met porties van 30 m^3 hout. Men kan berekenen hoeveel ton azijnzuur tenminste moet worden ingekocht voor de acetylering van deze hoeveelheid hout, volgens het Titan Wood proces.

- 5p **17** Bereken hoeveel ton azijnzuur ($1 \text{ ton} = 1 \cdot 10^3 \text{ kg}$) tenminste moet worden ingekocht voor de acetylering van één portie hout van 30 m^3 volgens dit proces. Ga voor deze berekening ervan uit dat:
- de dichtheid van het te behandelen hout $0,63 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ is;
 - cellulose het enige polysacharide in hout is;
 - het hout 65 massaprocent cellulose bevat;
 - 95 procent van de hydroxylgroepen van cellulose wordt geacetyleerd.

Omdat het hout van te voren is gedroogd tot een vochtgehalte van ongeveer 6% bevat het altijd nog wat water. Het in de reactor toegevoegde azijnzuuranhydride kan ook met dit water reageren. Daarbij ontstaat uitsluitend azijnzuur. Een belangrijk aspect voor de kosten van het Titan Wood proces is de benodigde hoeveelheid azijnzuur die moet worden ingekocht.

- 2p **18** Leg uit wat het effect is op de hoeveelheid azijnzuur die moet worden ingekocht wanneer het vochtgehalte van het te behandelen hout hoger is dan 6%. Ga er daarbij van uit dat de kwaliteit (acetyleringsgraad) van het hout constant moet zijn.
- 1p **19** Wat zou, bij een gelijkblijvende gewenste kwaliteit van behandeld hout, het effect op de verblijftijd in de reactor van het te behandelen hout zijn, wanneer het vochtpercentage na het drogen hoger is dan 6%?