

Review sull'impiego di poliuretano nella rifinizione del cuoio: performance, tecnologia e sfide ambientali

Il poliuretano (PU) è un polimero sintetico ampiamente utilizzato nell'industria conciaria nei processi di rifinizione, nell'ambito dei quali conferisce alla superficie della pelle particolari caratteristiche prestazionali e merceologiche. Esso è stato sviluppato dal Dr. Otto Bayer nel 1937 raggiungendo la sintesi su scala mondiale nel 1950. La combinazione tra una sintesi semplice ed una serie di eccellenti proprietà ne determinano la sua versatilità e fanno sì che sia uno dei materiali più utilizzati. Attualmente il poliuretano è il sesto polimero più prodotto al mondo, detenendo una delle maggiori quote di mercato con un valore di circa 63 miliardi di dollari nel 2021. Nel 2019, la domanda globale di poliuretani è stata stimata a 18,4 milioni di tonnellate, e si prevede che subirà una crescita fino a 22,5 milioni di tonnellate entro il 2024.

Il Poliuretano appartiene alla classe di polimeri caratterizzati dalla ripetizione lungo la catena del gruppo uretanico:

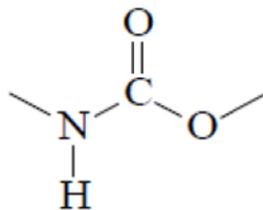


Figura 1 – Gruppo uretanico

Il polimero si forma dalla reazione di condensazione tra un gruppo isocianico e un gruppo ossidrilico di un poliolo (Figura 2) e non genera sottoprodotti.

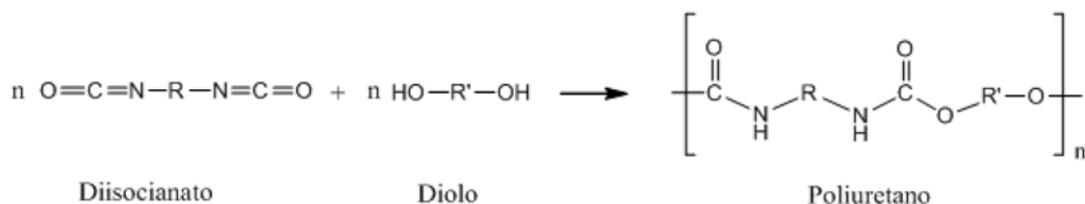


Figura 2 – Reazione fra gruppo isocianico e gruppo ossidrilico per la formazione di un poliuretano

Per ottenere il prodotto di reazione è necessario avere una funzionalità di almeno 2 in entrambi i reagenti, essendo la funzionalità il numero di gruppi reattivi presenti nella molecola. In base alla funzionalità si possono ottenere strutture lineari, ramificate o, se almeno uno dei reagenti ha funzionalità superiore a due, strutture reticolate, ossia strutture che presentano dei legami intermolecolari. La reazione riportata in Figura 2 è esotermica ($\Delta H = -24$ kcal/mol), avviene spontaneamente anche a temperatura ambiente e in fase di sintesi può essere catalizzata per mezzo di catalizzatori basici come ammine terziarie. [6]

Il PU si presenta come un materiale estremamente polivalente e per questo motivo lo troviamo applicato in diversi settori: costruzioni, imballaggi, tessuti e fibre tessili, calzature e trasporti ne sono

un esempio. Noti per la loro notevole versatilità, i rivestimenti in poliuretano offrono numerosi vantaggi tra cui una maggiore durezza, flessibilità, resistenza all'acqua e resistenza ai raggi UV (particolarmente nel caso dei poliuretani alifatici), che li rendono particolarmente apprezzati dai produttori di articoli in cuoio che spaziano dagli accessori moda agli interni delle automobili. I rivestimenti poliuretanicici possono essere classificati in dispersioni poliuretaniciche a base acquosa (PUD) e sistemi a base di solventi, ognuno dei quali offre vantaggi distinti. I primi, ad esempio, raggiungono alti livelli di resistenza all'abrasione e tenacità mantenendo una formulazione user-friendly.[1] La crescente domanda di alternative ecologiche ha anche stimolato lo sviluppo di dispersioni acquose poliuretaniciche che minimizzano l'impatto ambientale riducendo i composti organici volatili (VOC) durante la produzione, in linea con le tendenze in materia di sostenibilità nell'industria. [1][2]. Questi sistemi consentono un controllo preciso delle proprietà del rivestimento per soddisfare i requisiti specifici nelle varie applicazioni, in quanto possono essere formulati per ottenere finiture opache o più lucide. La capacità di regolare la durezza della superficie, infatti, influenza il grado di brillantezza del rivestimento, rendendo possibile la creazione di prodotti visivamente accattivanti pur mantenendo la funzionalità. alcuni sistemi di poliuretano, ad esempio, mostrano notevoli cambiamenti di colore e degradazione se esposti alla luce UV, mentre formulazioni poliuretaniciche a base di poliuretano dimostrano una maggiore stabilità ai raggi UV grazie alla loro struttura molecolare. Inoltre, la resistenza all'olio di questi rivestimenti migliora in relazione alla quantità di gruppi funzionali ossidrilici, indicando che la struttura chimica del rivestimento svolge un ruolo cruciale nelle sue capacità protettive.

L'applicazione di rivestimenti poliuretanicici può essere eseguita utilizzando vari metodi, come il knife coating, il coating a spruzzo e il coating a pressione, che consentono versatilità nel raggiungimento dello spessore e della qualità di finitura desiderati sul cuoio [5]. Il processo spesso consente l'iniziale asciugatura iniziale senza reticolazione chimica simultanea, consentendo un rivestimento non appiccicoso che può essere successivamente lavorato [5]. L'applicazione del poliuretano nella rifinitura delle pelli prevede diverse fasi, tra cui rivestimento superficiale e reticolazione. Un caso particolare nell' applicazione di tali rifiniture prevede l'utilizzo di una carta di rilascio, che viene riscaldata e poi staccata per rivelare il cuoio rifinito con poliuretano. Questo metodo garantisce un rivestimento omogeneo e duraturo con eccellente adesione e resistenza alla flessione, migliorando significativamente il comfort del cuoio. La cura e la manutenzione della pelle rivestita in poliuretano sono semplici. La pulizia del manufatto con un panno umido è spesso sufficiente per mantenere la superficie rivestita ben pulita. Tale facilità di manutenzione è un notevole vantaggio per i consumatori, in quanto semplifica la cura necessaria per mantenere un buon aspetto del cuoio.

Nonostante i loro numerosi vantaggi, i rivestimenti poliuretanicici presentano degli aspetti che possono essere migliorati. Innovazioni nel campo delle alternative biodegradabili al poliuretano mirano a mitigare queste preoccupazioni utilizzando risorse rinnovabili e promuovendo pratiche più sostenibili all'interno dell'industria conciaria. In particolare, innovazioni nel PU da fonti biologiche/rinnovabili, che utilizzano alghe in luogo di fonti petrolifere, sono promettenti in quanto si traducono in prodotti che si biodegradano naturalmente, presentando una potenziale soluzione per l'attuale crisi dell'inquinamento da microplastiche. Negli ultimi anni, si sta in tal senso radicando tale tendenza allo sviluppo di alternative in poliuretano da fonti rinnovabili in luogo dei prodotti a base di petrolio, una prassi che non solo riduce la dipendenza dai combustibili fossili, ma aiuta anche ad abbassare l'impronta di carbonio complessiva associata alla produzione di cuoio [3][4].

Il passaggio ad alternative più attente all'impatto ambientale, infine, ha portato allo sviluppo di rivestimenti poliuretanicici che riducono al minimo i VOC e riducono le esposizioni a solventi [4].

1. Lin, Z., Sun, Z., Xu, C., Zhang, A., Xiang, J., Fan, H., 2021. A self-matting waterborne polyurethane coating with admirable abrasion-resistance. *RSC Adv.* 11, 27620–27626. <https://doi.org/10.1039/D1RA03738B>
2. Zhang, Z., Ni, N., Xu, Y., 2025. Effects of Different Polyols with Functions on the Properties of Polyester Polyol-Based Polyurethane Coatings. *Coatings* 15, 61. <https://doi.org/10.3390/coatings15010061>
3. Liu, J., Recupido, F., Lama, G.C., Oliviero, M., Verdolotti, L., Lavorgna, M., 2023. Recent advances concerning polyurethane in leather applications: an overview of conventional and greener solutions. *Collagen & Leather* 5, 8. <https://doi.org/10.1186/s42825-023-00116-8>
4. Wang, Y., Zhang, Y., Wang, Z., 2024. Biodegradability of leather: a crucial indicator to evaluate sustainability of leather. *Collagen & Leather* 6, 12. <https://doi.org/10.1186/s42825-024-00151-z>
5. Zorn, B., Noll, K., Oertel, H. and Traubel, H., 1975. Process for the production of polyurethane coatings. *United States Patent*, **3,904,796**.
6. Mocci, A., 2022. Sviluppo e caratterizzazione di elastomeri poliuretanic "green": tecnologie innovative per le calzature sportive alpine. Tesi di Laurea Magistrale. Università degli Studi di Padova.