



**EPS**

Escola Politècnica

**UdG** Superior

## Projecte/Treball Fi de Carrera

**Estudi:** Enginyeria Tècn. Ind. Química Ind. Pla 2002

**Títol:** ESTUDIS SOBE LA REVALORITZACIÓ DE RESIDUS DE POLS DE POLIURETÀ RÍGID: CONVERSIÓ EN NOUS POLIOLS APTES PER A L'ÚS COM A MATÈRIA PRIMERA

**Document:** RESUM DEL PROJECTE

**Alumne:** CRISTINA RUIZ BELTRÁN

**Director/Tutor:** XAVIER GRABULEDA/NÚRIA FIOU  
**Departament:** Eng. Química, Agrària i Tecn. Agroalimentària  
**Àrea:** ENGINYERIA QUÍMICA

**Convocatòria** (mes/any): JUNY/2007

## RESUM DEL PROJECTE:

El procés químic de producció d'escuma de poliuretà consisteix en la reacció d'un polímer de polioli i un polímer d'isocianat. En aquest procés, si l'addició dels reactius es controla correctament, no hi ha generació de subproductes. Malgrat aquesta teòrica simplicitat del procés productiu, en l'etapa on el poliuretà es mecanitza a partir d'un gran bloc segons les formes i mides necessàries, sí que s'originen grans quantitats de residus de pols de poliuretà. Estudis previs han estimat aquesta quantitat de matèria no aprofitada al voltant del 15-20% del volum total de cada bloc d'escuma de poliuretà. La revalorització d'aquest residu ha estat un dels objectius principals de les empreses del sector i s'han abordat diferents aproximacions a aquesta problemàtica: hidròlisi, aminòlisi, glicòlisi, aglomeració, revalorització energètica, etc...

De totes aquestes tècniques de reciclatge químic de poliuretà es decideix estudiar en aquest projecte la glicòlisi com a reciclatge químic del poliuretà; que consisteix en un procés en el qual s'utilitzen glicols per convertir el polímer en un líquid a una temperatura de 200°C i a pressió atmosfèrica. El procés consisteix en trencar el polímer substituint-lo per molècules de polioli per glicol. Aquest produeix una mescla de polioli original, un polioli nitrogenat, diisocianat i glicol sobrant de la reacció que ha de ser tractada per separació i purificació.

L'objecte del present treball fi de carrera es centra en l'estudi de la revalorització de residus de pols de poliuretà a partir de mètodes de glicòlisi. Es pretén comprovar la bondat de dos mètodes bàsics de glicòlisi i la seva aplicació al tractament de residus industrial concrets. Aquesta via química escollida ha de permetre revaloritzar químicament la pols de poliuretà del procés de tall convertint-la novament en matèria primera sota la forma de polímer de polioli, una de les dues matèries primeres claus del procés.

L'abast del projecte comprèn l'estudi de les condicions que afecten al procés de glicòlisi, la caracterització dels poliols sintetitzats i la seva idoneïtat per a la formulació de noves escumes de poliuretà.

Per tant, en aquest projecte es realitza tota una part experimental on es fan diferents reaccions de glicòlisis basades en dos mètodes:

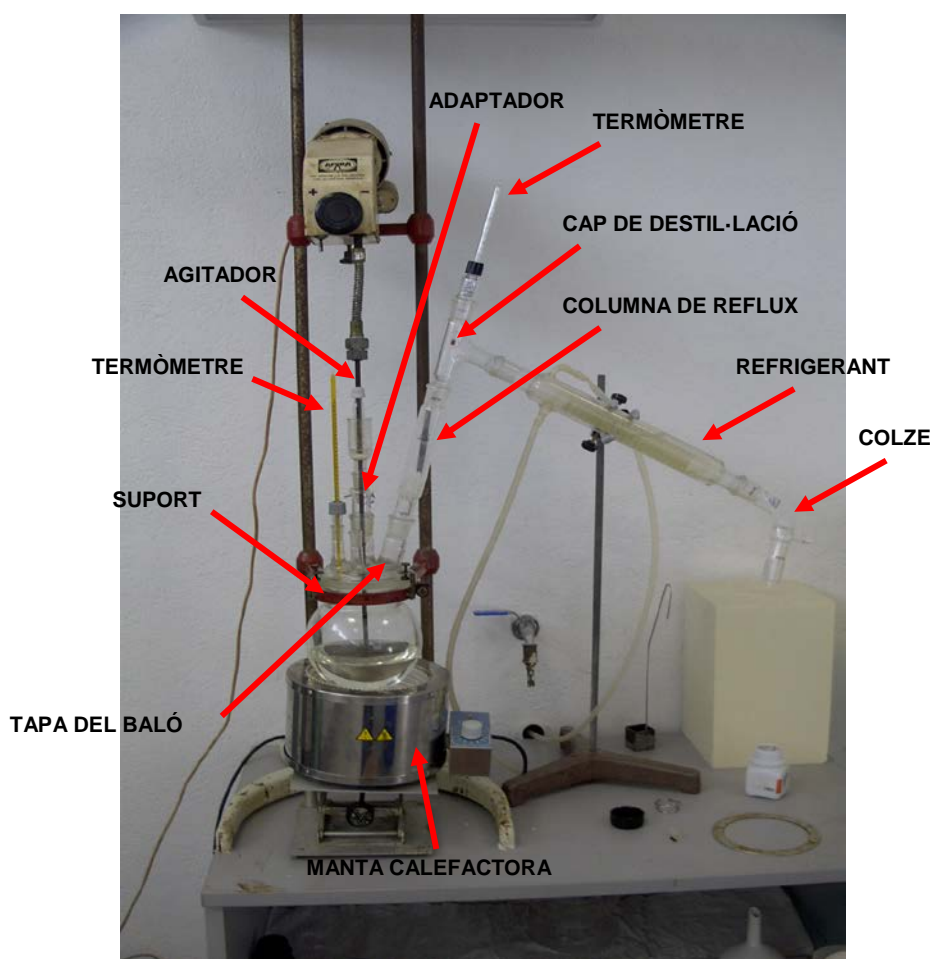
- El mètode A (glicòlisi + eliminació d'amines) : s'afegeix primerament el glicol més el catalitzador i la pols, deixant passar unes 4h de digestió. Un cop passat

aquest temps s'analitza el producte intermedi i es fa un tractament de neutralització si és necessari. Seguidament, s'afegeixen àcids per destil·lar la generació d'amines.

- El mètode B (transesterificació): s'afegeix tot de cop, és a dir, el glicol, el catalitzador, el polièster i la pols i es deixa glicolitzar durant unes 5 hores aproximadament.

Un cop acabada cada reacció es caracteritza el producte obtingut, per tal de comprovar si les propietats del polioli es troben dins dels límits acceptables per a poder ser reutilitzat; aquesta caracterització del producte es basa en determinar el pH, l'índex d'acidesa, la viscositat i el pes equivalent, bàsicament, del producte mitjançant diferents mètodes analítics.

La part experimental es realitza amb el següent muntatge del reactor:



Després de cada reacció de glicòlisi es prova el producte fent escumes al laboratori, per tal de veure si aquests poliols poden ser utilitzats a la fabricació de blocs de poliuretà.

Per comprovar la bondat dels poliols de recuperació s'utilitzen escumes de poliuretà basant-se en les fórmules estàndards de fàbrica. La idoneïtat del polioli utilitzat en aquestes escumes es mesura controlant la reactivitat, és a dir, temps de crema (temps en que la mescla comença a escumar), de fil (temps en que el polímer comença a solidificar) i de curat (valor de resistència a la compressió per indentació passat un temps determinat de moldeig); i també és important assajar les propietats mecàniques de resistència a la compressió en els tres sentits.

Un cop es varen tenir tots els resultats i es va comprovar que el mètode B era més eficaç que el mètode A es va fer una aplicació d'aquest mètode a una empresa determinada.

Es va aconseguir la col·laboració d'una empresa fabricant de matèries primeres per a la indústria del poliuretà, interessada a provar aquests nous poliols provinents de reciclatge d'escuma de poliuretà, per tant, es va procedir a la preparació d'uns de 10 kg de polioli per tal que aquesta empresa, interessada també en el producte recuperat, pogués avaluar-ne la idoneïtat.

A partir de tots els resultats obtinguts de totes les reaccions de glicòlisis (tant del mètode A com del mètode B), de la caracterització dels poliols, de les proves amb les escumes i de l'experiment aplicat a una empresa determinada en aquest projecte s'han tret les següents conclusions:

1. Pel que fa a la comprovació de la bondat dels dos mètodes bàsics de glicòlisi, es pot dir que tant amb el mètode A com amb el mètode B s'aconsegueix recuperar un dels reactius principals de la fabricació del poliuretà, el polioli.

Després de l'estudi de totes les reaccions de glicòlisis realitzades s'arriba a la conclusió que el mètode B és millor que el mètode A.

A partir de les caracteritzacions dels poliols i l'aplicació a les escumes s'observa que:

- El mètode B dona un producte amb pes equivalent més alt que segons el mètode A, ja que el mètode A consta de dues etapes i en la segona etapa (etapa d'eliminació d'amines) s'observa una pèrdua de pes equivalent important.

- La reactivitat de la reacció de glicòlisi està molt més controlada en el mètode B. En el mètode A és molt important el control estricte del pH a l'intermedi (després d'haver passat les 3h de la glicòlisi); ja que canvia el resultat del producte en funció dels àcids que finalment s'afegeixen per eliminar les amines en l'etapa final de la reacció. En canvi, en el mètode B s'afegeixen totes les matèries i agents de cop des d'un principi sense intervenir en el producte de intermig.
- La viscositat és l'inconvenient en el mètode B, ja que segons els resultats obtinguts s'observa com el pes equivalent i la viscositat són paràmetres que mantenen una relació directament proporcional. De manera que, en el cas d'aquest mètode tenim un pes equivalent correcte, però en conseqüència si el pes equivalent augmenta també ho fa la viscositat. Per tant, la viscositat en el mètode B és molt elevada. El cas contrari es dona en el mètode A, ja que tenim un pes equivalent sempre bastant baix i, com a conseqüència també ho és la viscositat.

Però segons els estudis realitzats és millor el cas que es dona en el mètode B, ja que resulta molt més fàcil intentar fer baixar la viscositat que no aconseguir augmentar el pes equivalent.

En canvi, pel que fa a l'índex d'acidesa és una propietat que està bastant controlada tant en el mètode A com en el mètode B, ja que en la majoria de les reaccions s'obtenen valors dintre dels límits acceptables (0-2).

2. L'altre objectiu es centra en els efectes que s'observen en els processos químics de l'escuma, és a dir, les condicions de reacció de glicòlisi:

- És important el control de pH durant l'addició de la pols tant pel mètode A com pel mètode B; ja que s'ha comprovat que si el pH és inferior a 7 el medi àcid pràcticament atura la reacció de glicòlisi de la pols. I si el pH és superior a 10 el medi bàsic provoca generació d'amines per fragmentació excessiva de la cadena de poliuretà (descarboxilació).

Però el pH és un paràmetre molt més controlat en el mètode B que en el A, ja que en el mètode A hi ha una etapa en la que s'afegeixen àcids i el pH es pot veure molt afectat.

- El control de la temperatura de reacció també és molt important, ja que s'ha comprovat que no pot ser inferior a 180°C perquè no glicolitza bé (trenca) ni superior a 220°C ja que glicolitza massa i es descarboxila donant rendiments baixos de reacció.

- Pel que fa al temps, hem observat que l'òptim en el mètode A per fer la glicòlisi han de ser 4 hores aproximadament; i en el mètode B, s'ha de deixar unes 5 o 6 hores aproximadament; ja que en ambdós casos s'observa com la viscositat és més baixa per cada mètode.
- El catalitzador que s'acaba decidint utilitzar és el catalitzador 2 perquè és un dels que s'utilitza per fer escumes i no és necessari fer cap tractament addicional de neutralització.
- Finalment, pel que fa als retardant de flama, tant el 1 com el 2, no influeixen significativament en les propietats dels poliols.