



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ETILBENZÈ

TREBALL DE FI DE GRAU

Enginyeria Química

Tutor: Rafa Bosch

Nina Chavchavadze
Sonia Guerrero Estrada
Carlos López Giraldez
Pau Millàs Garcia
María Fernanda Tomé Cabrera
Pau Vila González

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

e escola
d'enginyeria

PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ETILBENZÈ

CAPÍTOL 12:
AMPLIACIONS I
MILLORES

Tutor: Rafa Bosch

Nina Chavchavadze
Sonia Guerrero Estrada
Carlos López Giraldez
Pau Millàs Garcia
María Fernanda Tomé Cabrera
Pau Vila González

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

e escola
d'enginyeria

ÍNDIX

12. Ampliacions i millores.....	6
12.1. Introducció.....	6
12.2. Millores.....	7
12.2.1. Regeneració del catalitzador.....	7
12.2.2. Millora del control automatitzat.....	8
12.2.3. Utilització de plaques fotovoltaïques.....	9
12.2.4. Reducció del capital immobilitzat.....	11
12.2.5. Equip de recuperació del nitrògen.....	11
12.3. Ampliacions.....	11
12.3.1. Tractament del CO2 provinent del forn.....	11
12.3.2. Possible reorganització de la planta.....	12
Bibliografia.....	13

12. Ampliacions i millores

12.1. Introducció

En aquest capítol es proposen un conjunt d'ampliacions i millores que poden aplicar-se en un futur a la planta de producció d'etilbenzè de BenzEt S.L.

Al llarg dels capítols anteriors s'ha presentat el disseny de la planta industrial, mostrant el disseny dels diversos equips i elements a instal·lar, juntament amb la seva distribució. Durant la elaboració d'aquests, han sorgit una sèrie d'opcions i alternatives a les decisions que s'han pres.

Un cop finalitzat el projecte, és més senzill tenir una altra perspectiva que permet observar altres opcions o possibilitats que permeten millorar el disseny realitzat.

Cal destacar que totes les propostes de millora i ampliacions comentades en aquest capítol, no estan fonamentades en cap d'estudi de viabilitat econòmica, ni tampoc tenen una base numèrica, són únicament especulacions i hipòtesis. Si finalment es desitja portar a terme alguna de les opcions esmentades s'hauria de dur a terme l'estudi de viabilitat pertinent, verificant que realment es proporciona una optimització del procés, ja pot ser operativa com econòmica.

12.2. Millores

12.2.1. Regeneració del catalitzador

Actualment, s'utilitza com a catalitzador als reactors d'alquilació i de transalquilació la zeolita ZSM-5. Al llarg del període de temps on la planta es troba operant en continu, el qual és d'un any, el catalitzador perd progressivament la seva activitat ja que no es realitza cap tipus de tractament regeneratiu en continu. A la parada planificada de la planta aquest catalitzador es retira per fixar un de nou, el qual no té cap ús previ i conserva la seva activitat màxima. El catalitzador retirat és enviat a gestió externa, més concretament a l'empresa Indaver Spain, SLU.

El motiu pel qual la regeneració no ha estat implementada en la present memòria és la inversió econòmica inicial que comporta. És per això que si en un futur BenzEt S.L. aconsegueix estabilitat i proliferació econòmica es considera l'implementació de la regeneració a la propia planta.

La millora consisteix en la instal·lació d'un sistema de regeneració del catalitzador mitjançant piròlisis catalítica^[1].

La piròlisis catalítica és un procés que implica la descomposició tèrmica de substàncies orgàniques complexes del catalitzador, en aquest cas, les zeolites ZSM-5. Durant la piròlisi catalítica, el material orgànic adsorbit als porus de la zeolita es descompon en productes gasosos més petits, com hidrocarburs lleugers. Generalment, consisteix en sotmetre el catalitzador a altes temperatures en presència d'un flux de gas inert, com ara bé el nitrogen.

El procés comença en un drenatge de les zeolites situades al reactor per a portar-les posteriorment a un tractament amb un solvent adequat per tal d'eliminar impureses i components no desitjats.

Seguidament, els catalitzadors ja es trobaran en perfectes condicions per a realitzar el procés de piròlisis. Aquesta s'efectuarà amb la calor generada per un forn o en un reactor dissenyat per aquest tractament. Aquest és el moment en el qual es sotmet el catalitzador a elevades temperatures i regenerar-lo. Finalment, es recircularà al reactor.

Cal recalcar que aquest procés no és més que una especulació de lo que es podria portar a terme. Possiblement, si s'acaba realitzant pot variar significativament en quant a equips o fins i tot es pot considerar que la piròlisis catalítica no és el procés més adequat. Caldria fer

tot un seguit de càlculs i dissenys, per veure si realment es eficaç. Tot i així, es planteja com una idea per tal de millorar el procés d'etilbenzè.

12.2.2. Millora del control automatitzat

El procés que es du a terme en la planta de BenzEt, S.L. es realitza en continu i, per tant, és imprescindible mantenir el grau d'automatització el més elevat possible. Actualment, el control i instrumentació en ús a la planta proporciona les condicions per a que el procés pugui funcionar correctament i amb la precisió requerida. De totes maneres, sempre hi ha elements que es poden optimitzar, els quals s'han detectat fent l'anàlisi de riscos HAZOP. Algunes de les implementacions més destacables i també més freqüents es recullen a continuació:

- Implementar un programa de manteniment correctiu de les vàlvules de seguretat, connexions i accessoris. També una revisió.
- Analitzadors in situ per a mesurar oxigen i combustible.
- Control de temperatura en els casos que hi hagi un control indirecte (per exemple al forn, ja que es mesura a partir del control dels corrents de benzè de la sortida).
- Indicador i registrador de cabals (per exemple en la sortida dels ventiladors).
- Més llaços de control en el circuit de pressurització (per exemple, que en funció de la pressió regula l'entrada de nitrogen en el cas de que funcionin malament les vàlvules d'entrada de nitrogen).
- Implementar un control feedforward de temperatura en els bescanviadors.
- Programació temporal de revisió i manteniment per vigilar que no es produeixen obstruccions i en general en la columna.
- Llaç de control de temperatures amb transmissors distribuïts al llarg de les columnes.

- Afegir un llaç de control de cabal en funció de la temperatura de cues de les columnes de destil·lació.
- Afegir un llaç de control feedforward a l'entrada dels condensadors.
- Implementar variador de freqüència del motor de les bombes en el cas del desajust de la seva velocitat.
- Actuator amb alarma que es tanqui la vàlvula d'entrada als condensadors en cas de pressió elevada.
- Sistemes d'enclavament per bloquejar les bombes.

12.2.3. Utilització de plaques fotovoltaïques

A causa del clima mediterrani que es disposa a la Canonja, és crucial estudiar la possibilitat d'instal·lar plaques solars per afrontar el consum elèctric i ser encara més eficients i ecològics. Es considera que realitzar aquesta millora afavorirà positivament l'impacte de la planta a l'entorn, podent contrarrestar els efectes negatius de la producció de qualsevol químic, com és el cas de l'etilbenzè.

És cert que a la planta ja es produeix energia mitjançant una cogeneració per una turbina de gas, però és interessant realitzar l'estudi pertinent respecte la rendibilitat de la instal·lació de plaques, podent així vendre més energia i obtenint així més benefici econòmic anualment. La instal·lació de plaques solars és senzilla i sense gaires complicacions, tampoc requereixen d'excessius controls o manteniments, i és una forma paral·lela de produir més energia sense intervenir en el procés.

Cal remarcar que no es pretén que la planta depengui energèticament només del subministrament elèctric de les plaques solars, ja que depèn de la variabilitat del clima. Per tant, tot el exposat respecte a les fonts d'electricitat empleades a la planta es mantindran.

D'altra banda, sí que és una opció vendre el possible excedent d'electricitat generat amb les plaques, obtenint d'aquesta forma una millor avaluació econòmica de la planta. Per tal de saber si es pot generar beneficis directament d'aquestes, caldria calcular quantes plaques s'han de col·locar en les diferents àrees de la planta, la producció elèctrica de cadascuna, la

mitjana d'hores que reben llum solar i el cost que comporta cadascuna. Sabent aquestes dades es pot valorar la viabilitat de la proposta.

Es destaca que les zones presentades com a àrea destinada a ampliacions no es fan servir en un principi per a la instal·lació de plaques solars, ja que és convenient reservar-les per a possibles ampliacions del procés, ja sigui per l'augment de demanda o nous tractaments de residus... Així i tot, hi ha diverses superfícies on es poden col·locar sense limitar les oportunitats de la planta:

- Sobre la bassa d'aigua contra incendis ja que aquesta és subterrània i ocupa una considerable extensió.
- A les teulades de totes les edificacions que no siguin descobertes i on no es proposa fer una segona planta.
- Als aparcaments també es situen suports que donen ombra a les diferents plaques d'aparcament per tal d'evitar que aquests s'escalfin. Aquesta àrea es pot considerar com a opció per col·locar més plaques fotovoltaïques.
- A les diferents zones verdes.



Figura 12.1. Placas fotovoltaicas para la generación d'energia renovable.

12.2.4. Reducció del capital immobilitzat

Un punt important sobre la inversió inicial del projecte i que afecta negativament quant a l'aspecte econòmic és el capital immobilitzat. Reduir-lo és crucial si es volen evitar costos innecessaris.

Durant el disseny del procés de producció d'etilbenzè per BenzEt, S.L. s'han pogut considerar despeses extres pel simple fet de sobredimensionar els equips o no aprofundir en excés en proveïdors més econòmics, com tampoc l'adquisició de la matèria primera necessària a un menor cost.

També s'ha de plantejar la possibilitat de variar el preu del producte depenent de la demanda que vagi sorgint, de forma que afecti positivament a l'avaluació econòmica.

12.2.5. Equip de recuperació del nitrògen

Una petita part del capital invertit es destina al nitrogen que s'utilitza per inertitzar els tancs i reactors. Els costos del nitrogen redueixen el benefici comparats amb el fet de proposar un sistema de separació, el qual separa i obté el nitrogen de l'aire o dels mateixos corrents del sistema per tal de poder reutilitzar-lo de nou en el procés. Aquest sistema de separació es basa en, primerament, un filtre coalescent; filtre que separa els components no desitjats (normalment compostos que no són de la mateixa fase que el nitrogen) incloent la humitat de l'aire fins a 0.01 micres deixant el corrent d'aire lliure d'impureses. Aquest es porta a un escalfador, que assegura que no hi hagi líquids donat que proporciona sobreescalfament a l'aire. Un cop està escalfat, es porta a un altre filtre, en aquest cas de carbó actiu, que elimina els vapors dels hidrocarburs que s'han utilitzat per escalfar el corrent prèviament. Després torna a passar per un filtre de partícules per eliminar les partícules que s'han pogut desprendre del filtre de carbó actiu. Per acabar, el corrent passa per unes membranes polimèriques que separen gradualment els gasos segons la seva composició, separant per diferències de pressió els diferents components i creant un corrent de nitrogen d'alta puresa.

12.3. Ampliacions

12.3.1. Tractament del CO₂ provinent del forn

El tractament del diòxid de carboni ja es realitza a la planta per als gasos provinents de la combustió, originada en la cogeneració per a fer funcionar la turbina. Però, com es comenta al apartat de medi ambient, aquest diòxid de carboni no és l'única quantitat que es produeix en la totalitat de la planta, també es produeix al fer escalfar el forn.

El tractament del diòxid de carboni que a moments d'ara està instal·lat a la planta, es fa amb uns equips proporcionats per l'empresa francesa Schlumberger, i donen una molt positiva eficiència. La limitació és que els seus equips no poden abastar cabals tan elevats com seria la totalitat dels gasos de combustió generats a la planta.

Es va plantejar buscar una alternativa per la qual es pogués tractar el diòxid de carboni totalment, però veient l'eficàcia i la qualitat del present tractament es va preferir optar perquè posteriorment es faci una ampliació per al tractament de residus gasosos. A més, les actuals emissions (les provinents de la reacció de combustió al forn) són inferiors als límits legals i doncs no és necessària l'ampliació de la planta a l'actualitat.

Tot i així, tal com s'ha comentat a la introducció, les millores sempre que es puguin dur a terme es realitzaran, i en aquest cas s'està tractant un tema tan important com és el canvi climàtic.

És per aquesta raó que es decideix realitzar una ampliació, una vegada es consolidi la planta, per al tractament del diòxid de carboni. Aquest consistirà en una absorció amb amines MEA i posteriorment una desorció, exactament el mateix mètode de purificació utilitzat actualment a la planta per al corrent provinent de la turbina de gas utilitzada per cogeneració.

La raó per la qual es torna a decidir de portar a cap aquest mètode, és per als mateixos motius pels quals ja es va decidir prèviament per la resta de CO₂, exposats a l'apartat 6.5.4.3. del *Capítol 6. Medi Ambient*. En resum, és degut a la facilitat que presenten les amines MEA per a regenerar-se, per tant, és rellevant quan es tracta d'una planta que funciona 350 dies a l'any. A més, sembla ser relativament econòmic en comparació amb altres mètodes i no depèn de cap gestor extern i, per consegüent, la planta és autosuficient.

12.3.2. Possible reorganització de la planta

En el cas que la planta de BenzEt, S.L. s'estableixi eficaçment en el mercat i, per tant, produeix i ven tot l'etilbenzè sense incidències, és possible que augmenti la demanda del

producte elaborat i, per tant, calgui produir més quantitat. És per això, que quan es van distribuir les zones de tot el terreny disponible es va pensar positivament en deixar una certa superfície de la parcel·la sense edificar. Aquestes zones es van deixar expressament per la possible ampliació de les diferents àrees de la planta dintre del terreny disponible.

També quan es disposi dels fons suficients i una vegada s'hagin realitzat les millores i ampliacions prèviament esmentades, es pot optar per instal·lar més equips crítics. Així davant de qualsevol imprevist amb aquests equips no és necessari aturar la planta.

Actualment, aquest mètode es du a terme per a les bombes i compressors, doncs es pot permetre econòmicament i de fet, és necessari. Però un cop es disposi del capital suficient aquesta ampliació es durà a terme, aplicant-ho a altres equips com ara bé reactors, bescanviadors de calor, tancs pulmó, entre d'altres.

Bibliografia

[1] Simulación de Desactivación y Regeneración de Reactores catalíticos, recuperat el juny de 2023, <https://imarrero.webs.ull.es/sctm04/modulo2/4/abrito.pdf>