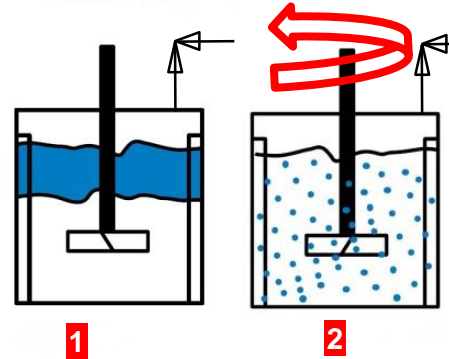


## Τι θα συμβεί αν ο αναδευτήρας μας σταματήσει;

Αύγουστος 2018

Το 1993 σε ένα γερμανικό εργοστάσιο, ο-χλωρονιτροβενζόλιο αντέδρασε με καυστική σόδα, η οποία ήταν διαλυμένη σε μεθανόλη με σκοπό να παραχθεί ο-νιτροανισόλη σε έναν αντιδραστήρα που λειτουργούσε ασυνεχώς (batch), όγκου 36 m<sup>3</sup> (9500 US gal). Αυτή η αντίδραση είναι εξώθερμη (παράγει θερμότητα) και η προσθήκη καυστικής σόδας έγινε στους 80°C για περισσότερο από 5 ώρες.

Παραδόξως αυτός ο αντιδραστήρας (batch) δεν χρειάστηκε ψύξη! Στην πραγματικότητα, αντί να χρειαστεί ψύξη ώστε να διατηρήσει την απαιτούμενη θερμοκρασία ενός αντιδραστήρα batch, χρειάστηκε θέρμανση με ατμό. Έπειτα, ανακαλύφθηκε ότι ο αναδευτήρας δεν ήταν σε λειτουργία κατά την διάρκεια της προσθήκης καυστικής σόδας. Τα αντιδρώντα δεν είχαν αναμειχθεί κατάλληλα (1). Όταν ο αναδευτήρας ξεκίνησε να λειτουργεί, οι μη αντιδρούσες χημικές ουσίες αναμειχθηκαν (2) και η θερμοκρασία λειτουργίας αυξήθηκε απότομα, ξεπερνώντας τους 160 °C (320 °F). Σε αυτή την υψηλή θερμοκρασία, μια διαφορετική, επίσης εξώθερμη αντίδραση συνέβη. Περιεχόμενο από τον αντιδραστήρα όγκου 10 m<sup>3</sup> ελευθερώθηκε στην ατμόσφαιρα μέσω μιας βαλβίδας εκτόνωσης πίεσης. Μια μεγάλη περιοχή, συμπεριλαμβανομένων κοντινών κατοικημένων περιοχών, μολύνθηκε. Κανείς δεν τραυματίστηκε, αλλά εξακολουθούν να υπάρχουν ανησυχίες για τον κίνδυνο της υγείας των κατοίκων της περιοχής. Τα άμεσα κόστη ανήλθαν στα 40 εκατομμύρια Μάρκα Γερμανίας (που ισοδυναμούν σήμερα με \$38 εκατομμύρια δολάρια).



### Το γνωρίζετε;

- Οι χημικές ουσίες δεν αντιδρούν εάν δεν έρθουν σε επαφή μεταξύ τους. Εάν δεν υπάρξει ανάδευση στον αντιδραστήρα, η αντίδραση θα είναι αργή ή θα σταματήσει, και οι χημικές ουσίες που δεν έχουν αντιδράσει θα συσσωρευτούν. Σε μια εξώθερμη αντίδραση αυτό αποτελεί ένα σοβαρό κίνδυνο. Αν επανεκκινήσουμε τον αναδευτήρα, θα υπάρχει μεγάλη ποσότητα υλικού που δεν θα έχει αντιδράσει και η αντίδραση μπορεί να είναι πολύ γρήγορη. Το σύστημα ψύξης μπορεί να μην απομακρύνει τη θερμότητα αρκετά γρήγορα ώστε η θερμοκρασία του αντιδραστήρα να είναι ελεγχόμενη.
- Η ανάμειξη είναι προφανώς σημαντική σε ένα δοχείο που περιέχει ένα πολυφασικό μείγμα όπως υγρό-στερεό ή οργανική-υδαρής υγρή φάση. Επίσης, είναι σημαντικό το αν οι ουσίες είναι αμοιβαία διαλυτές. Στις παρακάτω εικόνες, βαλσάμικο ξύδι, το οποίο είναι πλήρως διαλυτό στο νερό, προστίθεται στο νερό χωρίς ανάμειξη. Το ξύδι κατακάθεται στον πυθμένα του ποτηριού και δεν σχηματίζει ένα ομογενές διάλυμα μέχρι το μείγμα να αναδευτεί με ένα κουτάλι.

### Τι μπορούμε να κάνουμε;

- Αν σταματήσει η ανάδευση σε ένα αντιδραστήρα, διακοπτόμενης ή συνεχούς λειτουργίας, να ζητήσουμε τεχνική βοήθεια πριν επανεκκινήσουμε τον αναδευτήρα. Να συλλέξουμε ορισμένα δεδομένα για να τα μοιραστούμε με τους τεχνικούς εμπειρογνώμονες για να βοηθήσουμε να αποφασιστεί η κατάλληλη ενέργεια. Για παράδειγμα, πόση ώρα δεν λειτουργούσε ο αναδευτήρας, τι προστέθηκε στο δοχείο όσο δεν λειτουργούσε και ποιο είναι το ιστορικό της θερμοκρασίας και της πίεσης του δοχείου.
- Να αναγνωρίζουμε ότι η απώλεια ανάδευσης μπορεί να είναι πρόβλημα και σε άλλα δοχεία ακόμα και αν δεν υπάρχει προβλεπόμενη αντίδραση. Χωρίς ανάδευση, μπορεί να υπάρξουν μεγάλες διαφορές στη θερμοκρασία και στη συγκέντρωση μέσα στο δοχείο. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει πηξή στις ψυχρές επιφάνειες, βρασμό κοντά σε θερμαινόμενες επιφάνειες, καθίζηση στερεών από ένα διάλυμα ή καθίζηση στερεών από παχύρευστα μίγματα. Η μεταβολή της σύστασης ενός υλικού που τροφοδοτείται από ένα ακατάλληλα ανομοιογενές δοχείο σε άλλο εξοπλισμό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα λειτουργίας ή ασφάλειας στην επόμενη διεργασία.
- Η θέρμανση ή η ψύξη ενός δοχείου χωρίς ανάδευση είναι πιθανόν να είναι ανεπαρκής και η ένδειξη της θερμοκρασίας να είναι ανακριβής εάν τα περιεχόμενα του δοχείου δεν είναι αναμειγμένα.



Πηγή Gustin, J-L., "How the Study of Accident Case Histories Can Prevent Runaway Reaction Accidents to Occur Again." *ICHEME Symposium Series No. 148*, pp. 27-40, 2001.

**Να διατηρούμε τον αντιδραστήρα μας αναδευόμενο για ασφάλεια!**

©AIChE 2018. All rights reserved. Reproduction for non-commercial, educational purposes is encouraged. However, reproduction for any commercial purpose without express written consent of AIChE is strictly prohibited. Contact us at [ccps\\_beacon@aiiche.org](mailto:ccps_beacon@aiiche.org) or 646-495-1371.