

Может ли переохлаждение реактора вызвать неконтролируемую реакцию?

Июль 2018 г.

В 1996 г. на британской фабрике красителей произошел взрыв реактора периодического действия объемом 2,3 куб. М. В реактор, содержащий нитрозил-серную кислоту (НСК), при температуре 30-40 °С нужно было добавлять амины и серную кислоту. Реакция была экзотермической (выделяла тепло). Подача сырья, которая контролировалась вручную, обычно занимала 5 часов. Таким образом построенный процесс работал уже много лет и сотни партий были приготовлены без проблем.

В начальной фазе подачи НСК произошел перегрев до 50°С и подачу химиката прекратили. Смесь охладил до 25°С (слишком много) и возобновили подачу НСК. Когда подача сырья была завершена, температура выросла настолько, что ее стало невозможно снизить имеющимися средствами охлаждения, температурный датчик показывал запредельные значения. Из-за неконтролируемой реакции в реакторе образовалось избыточное давление и он взорвался. Нижняя часть реактора оторвалась от опор и упала на пол. Мешалка приземлилась на крышу, а верхняя часть реактора была унесена на расстоянии около 150 м. К счастью, никто не пострадал. Прямые убытки составили более 2 миллионов фунтов стерлингов.

Reference: Partington and Waldram, *ICChemE Symposium Series*, No. 148, pp. 81-93, 2001.

Знаете ли вы, что

- Скорость большинства экзотермических химических реакций возрастает с ростом температуры и уменьшается при низкой температуре. Если температура слишком низкая, реакция будет медленнее и непрореагировавший материал может накапливаться в реакторе. Если температуру затем увеличить, начнет реагировать накопленный материал и при его большом количестве выделяемая энергия может превысить мощности охлаждения реактора.
- При температурах выше расчетных, другие химические реакции, включая реакции разложения, становятся значительными. Побочные реакции могут выделять больше энергии и газов, создавая повышенное давление в реакторе.
- В данном инциденте ~30% непрореагировавшей НСК накопилось в реакторе за время низкой температуры. Лабораторные исследования и компьютерное моделирование показали, что этого было недостаточно для неконтролируемой реакции. Возможно, что был и другой источник тепла, например пропуск пара в рубашку реактора. Тем не менее, энергия, выделенная непрореагировавшей НСК создала дополнительные условия для неконтролируемой реакции.
- Системы реакторов должны находиться в наилучшем рабочем состоянии, поскольку любые неисправности могут вызывать инциденты связанные с химическими реакциями.

Damage from other runaway reactions

Jacksonville, Florida, 2007



Morganton, North Carolina, 2006



Что вы можете сделать?

- Понимайте, какая из ваших реакций является экзотермической, и может стать неконтролируемой. Некоторые примеры: полимеризация, нитрование, сульфирование, реакции оснований с кислотами и окисление.
- Знайте, что для многих реакций низкие температуры также критичны для безопасности, как и слишком высокие. Из-за переохлаждения реактора может накопиться непрореагировавший материал, а это может привести к неконтролируемой реакции.
- Понимайте последствия отклонений от критических параметров - температуры, давления, расхода, смешивания и др. Помните о последствиях отклонений, как в слишком высокую, так и в слишком низкую стороны; и знайте, какие действия следует предпринять в случае отклонения режима.
- Даже если на вашем предприятии нет процессов химических реакций, низкая температура все равно может вызвать проблемы: жидкости могут замерзнуть, стать очень вязкими а твердые частицы выпасть из раствора.

Это может быть небезопасно, если ваш процесс «слишком охлажденный»!

©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 or 646-495-1371.

The Beacon is usually available in Afrikaans, Arabic, Catalan, Chinese, Czech, Danish, Dutch, English, Filipino, French, German, Greek, Gujarati, Hebrew, Hindi, Hungarian, Indonesian, Italian, Japanese, Korean, Malay, Marathi, Mongolian, Persian (Farsi), Polish, Portuguese, Romanian, Russian, Spanish, Swedish, Telugu, Thai, Turkish, Urdu, and Vietnamese.