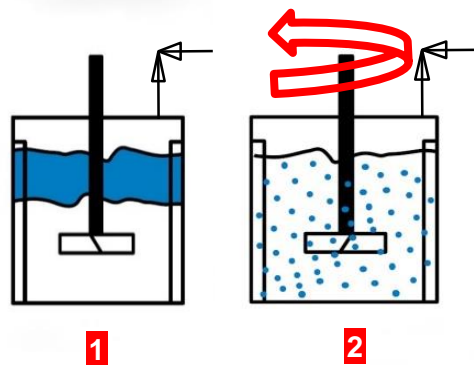


## Что, если перемешивающее устройство выходит из строя?

Август 2018 г.

В 1993 г. на одной немецкой фабрике в реакторе объемом 36 м<sup>3</sup> о-хлорнитробензол реагировал с каустической содой, растворенной в метаноле, чтобы получать о-нитроанизол. Сама эта реакция - экзотермическая (генерирует тепло); щелочь добавлялась при температуре 80°C в течение 5 часов. Удивительно, но одна из партий не потребовала охлаждения! Фактически, для поддержания температуры нужен был нагрев паром. Тогда-то и было обнаружено, что мешалка не работала во время добавления щелочи и реагенты не смешивались должным образом (1). Сразу же было запущено перемешивание (2), и температура резко увеличилась, превысив 160 °C. При повышенной температуре произошла другая, также экзотермическая реакция и, как следствие, 10 м<sup>3</sup> содержимого реактора выбросилось в атмосферу через предохранительный клапан.

Была загрязнена большая территория, включая близлежащие жилые дома. Никто не пострадал, но повышенные риски для здоровья остались. Убытки составили 40 млн марок (38 млн долларов США по сегодняшним ценам).



### Знаете ли вы, что

- Химические вещества не реагируют, если нет взаимодействия между ними. Без перемешивания реакция будет медленной или вообще остановится. В экзотермических реакциях это серьезная опасность. Если вы снова запустите мешалку, а в реакторе много непрореагировавшего материала, реакция может стать неконтролируемой. Имеющаяся система охлаждения может не справиться с повышенной нагрузкой и не сумеет удержать температуру в реакторе.
- Перемешивание очень важно где содержимое - неоднородная смесь (суспензия или эмульсия). Важно также, чтобы вещества были растворимые. На примере ниже бальзамический уксус, который считается полностью растворимым в воде, добавляется в стакан с водой без смешивания. Уксус оседает на дно и не образует однородного раствора, пока смесь не перемешивается с ложкой.

### Что вы можете сделать?

- Если в реакторе (как периодического, так и непрерывного действия) отказывает перемешивающее устройство, перед запуском свяжитесь с инженерами. Соберите как можно больше первичных данных: как долго не работала мешалка, что было добавлено в это время, каков профиль температуры и давления? Эта информация будет очень важна для принятия верного решения.
- Имейте в виду, что сбой в перемешивании может повлиять и на процессы без химических реакций. В сосуде может появиться большая разницы температуры и концентрации. Возможны зоны переохлаждения на охлаждающих поверхностях, кипение вблизи нагрева, осаждение твердых частиц из раствора или суспензии. Из-за сбоя мешалки, изменившийся состав вещества может вызвать технологические проблемы и риски в последующих технологических этапах.
- Нагрев /охлаждение без перемешивания, вероятно, будет неэффективным, а показания температуры неточны.



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

**Обеспечьте перемешивание в реакторе для безопасности!**

©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@aiche.org](mailto:ccps_beacon@aiche.org) or 646-495-1371.