

האם קרור יתר יכול לגרום לפיצוץ של ריאקטור ?

July 2018

בשנת 1996 אירע פיצוץ של ריאקטור מנתי בנפח 600 גלון (כ 2.3 מ"ק) במפעל בריטי לייצור צבע. התהליך דרש הוספת חומצה גפריתית ניטריל (NSA) לריאקטור. החומר הכיל חומצה גפריתית ואמינים בטמפרטורה בין 30 ל 40 מעלות צלזיוס. התהליך הינו תהליך אקסותרמי - פולט חום. הזנת הריאקטור אורכת כ 5 שעות ומבוקרת ידנית. התהליך בוצע במשך שנים רבות ומאות מנות הוכנו בצורה זו.

בתחילת האירוע הוזן הריאקטור ב NSA אולם בטמפרטורה גבוהה מהמתוכנן - 50 מעלות צלזיוס. לכן ההזנה הופסקה. המנה קוררה ל 25 מעלות (קר מידי) ואז חודשה ההזנה. לאחר שהושלמה הזנת NSA לריאקטור אבדה שליטה על קרור הריאקטור באמצעים הקיימים. הריאקטור התחמם במהירות ועבר את הטמפרטורה המקסימלית הניתנת למדידה במכשור הקיים. הלחץ עלה מעל הלחץ המתוכנן לריאקטור, הריאקציה יצאה משליטה והריאקטור התפוצץ. החלק התחתון של הריאקטור עם התמיכות ננעץ ברצפת המפעל. מערבול הריאקטור נמצא על גג המפעל. חלקו העליון של הריאקטור נמצא כ 500 רגל (כ 150 מטר) מהמפעל. למרבה המזל לא היו נפגעים. הנזק הישיר היה מעל 2 מיליון לירות שטרלינג.

Damage from other runaway reactions

Jacksonville, Florida, 2007



Morganton, North Carolina, 2006



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

הידעת ?

- קצב התגובה של רוב התגובות הכימיות עולה ככל שעולה הטמפרטורה ויורד ככל שיורדת הטמפרטורה. אם טמפרטורת הסביבה נמוכה מידי התגובה איטית מידי ומצטבר חומר שטרם הגיב. אם טמפרטורת הסביבה עולה קצב התגובה עולה. אם יש מספיק חומר שטרם הגיב והחומר מגיב בצורה מהירה יתכן ותשתחרר כמות חום גדולה מיכולת המערכת לקרר.
- בטמפרטורה גבוהה מהמתוכנן עלולות תגובות כימיות נוספות שהינן זניחות בתהליך רגיל להיות משמעותיות. תגובות אלו עשויות לשחרר חום רב, ולשחרר גזים שעשויים להעלות את הלחץ בריאקטור.
- במקרה המתואר מעלה ככל הנראה 30% מה NSA הצטבר בריאקטור ולא הגיב כל זמן שהריאקטור היה קר מהמתוכנן. ניסוי מעבדה וסימולציות מחשב הראו שהצטברות כמות זו של חומר ככל הנראה לא היתה ביכולתה לגרום לתגובה לצאת משליטה. גורם חום נוסף כמו דליפת קיטור ממעטפת הריאקטור לתוך הריאקטור היה דרוש לגרום לתגובה לצאת משליטה. אולם גם תוספת החום מה NSA שטרם הגיב והחל להגיב כשעלתה הטמפרטורה היווה מקור חום תורם לאיבוד שליטה בקצב התגובה.
- חשוב לוודא שכל מערכות הריאקטור במצב טוב. דליפה מצידו או תקלות אחרות יכולות להיות גורם תורם לתאונות כתוצאה מתגובה כימית היוצאת משליטה.

מה ביכולתך לעשות ?

- למד והכר את סוגי התגובות בתהליך ומי מהן היא אקסותרמית בה עלולה התגובה לצאת משליטה אם לא כל המנה הגיבה והצטבר חומר שטרם הגיב. תגובות כדוגמת פילמור, יצירת חומצה גפריתית וחקתית תגובות מבוססות תגובה בין חומצה - בסיס וחמצון.
- זכור שלתגובות רבות יש השפעות בטיחותיות לא רק בסף העליון של הטמפרטורה אלא גם בסף בטמפרטורה נמוכה. קרור יתר של ריאקטור יכול ליצור הצטברות של חומר שטרם הגיב ובשלב מאוחר יותר כאשר תעלה הטמפרטורה יגיב במהירות ויוציא את התגובה משליטה.
- הכר והבן את משמעות חריגה ממעטפת פרמטרי הבטיחות שהוגדרו למערכת כמו - לחץ, טמפרטורה, ספיקה, ערבול, או כל דבר אחר שקריטי לתהליך. הכר והבן את משמעות של כל פרמטר כאשר חורג מעל או מתחת לתחום שהוגדר ואילו פעולות יש לבצע במקרה של חריגה כזו.
- גם אם אין במפעל תהליך כימי זכור שטמפרטורה נמוכה עלולה לגרום לתקלות. לדוגמה - נוזל יכול לקפוא או לשנות צמיגות ולשנות את תכונות הזרימה שלו או מוצקים יכולים להתבדל מהנוזל.

זה עלול לא להיות בטוח אם הנוזל קר ("מגניב" באנגלית) מידי !