

ינואר 2022

## ייצור דשני חנקן - חלק ב'

במאמר הראשון תיארנו את תהליך ייצור אמוניה ( $\text{NH}_3$ ), חומר הגלם הבסיסי והעיקרי לייצור דשני החנקן. מאמוניה מייצרים חומר גלם נוסף החשוב בתעשיית דשני החנקן - החומצה החנקתית  $\text{HNO}_3^-$ , המשתתפת בייצור דשני חנקן רבים כגון אמון חנקתי, חנקת אשלגן, חנקת הסידן, חנקת מגנזיום ועוד. החומצה החנקתית הינה המקור היחידי ליוני ניטראט ( $\text{NO}_3^-$ ) בתעשיית דשני החנקן. בדרך כלל, בכל מפעלי האמוניה קיים מתקן לייצור חומצה חנקתית. 80% מתפוקת החומצה החנקתית העולמית מופנה לתעשיית הדשנים לחקלאות, 20% מופנה לתעשיות חומרי הנפץ, טקסטיל, דבקים, שרפים, מזון ועוד.

החומצה החנקתית הינה חומצה חזקה מאוד, חומר מחמצן חזק, משקל סגולי גבוה. (חומצה 60% - 1.63 קג" ליתר). בדרך כלל שינוע החומצה נעשה בריכוז 56%-60%. בריכוזים גבוהים יותר היא נוטה להתפרק לתחמוצות חנקן שצבען חום-צהוב שהינן מאוד רעילות לחי ולצומח.

### תהליך אוסטוואלד - תהליך ייצור החומצה החנקתית

תהליך אוסטוואלד הוא תהליך תלת שלבי הכולל חמצון אמוניה וקבלת חומצה חנקתית. על פיתוח תהליך גילוי מנגנון של פעילות הקטליזטורים (זרזים) קיבל וילהלם אוסטוואלד פרס נובל בשנת 1909.

### בתהליך ייצור החומצה שלשה שלבים: שלב ראשון -

חמצון האמוניה ( $\text{NH}_3$ ) לחנקן חד חמצני ( $\text{NO}$ ) בנוכחות קטליזטור (פלטינה ורודיום) בטמפרטורה של 900 מעלות צלזיוס ובנוכחות אויר ובלחץ של 5-14 בר. תהליך מאוד אקסותרמי לפי הנוסחה:



תפקיד הקטליזטור (זרז) לשפר את יעילות התהליך – העלאת אחוז קבלת החנקן החד חמצני בתהליך. הקטליזטור מזדהם עם הזמן ויעילותו יורדת ויש לרענן אותו. עלות הרענון הינה אחת ההוצאות הכבדות בייצור החומצה.

### שלב שני -

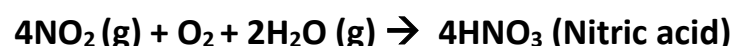
חמצון החנקן החד חמצני ( $\text{NO}$ ) לחנקן דו חמצני ( $\text{NO}_2$ ). תהליך מהיר, כמעט ספונטאני.



לחנקן הדו חמצני יש צבע חום אופייני והוא נוטה להתפרק לחנקן גזי וחמצן גזי. את הפרוק מונעים ע"י קירור מהיר במים.

### שלב שלישי -

ספיגת החנקן הדו חמצני ( $\text{NO}_2$ ) במים בנוכחות חמצן גזי וקבלת החומצה החנקתית לפי הנוסחה:



ינואר 2022

## ייצור דשני חנקן - חלק ב'

התהליך נעשה במגדלי ספיגה גבוהים (האופייניים למתקני החומצה החנקתית) בהם חנקן דו חמצני ( $\text{NO}_2$ ) ואוויר מוזרמים כנגד זרם מים קרים וקבלה ספונטאנית של חומצה חנקתית נוזלית ( $\text{HNO}_3$ ). גובה מגדלי הספיגה כ-50 מטר. ספיגה לא מושלמת של החנקן הדו חמצני במגדלים, גורם לפליטה של הגז לאטמוספירה (רואים זאת על פי שובל חום של הגז) ולזיהום סביבתי.

קיימות מספר שיטות להתגבר על הזיהום ע"י הוספת מגדל ספיגה נוסף וכן תוספת של ממיר קטליטי שהופך את החנקן הדו חמצני בנוכחות אמוניה לחנקן גזי ומים. רוב החשש בעולם במפעלי חומצה חנקתית נובע מהזיהום של דליפת תחמוצת החנקן הרעילה שצובעת את כל הסביבה בצבע חום-צהבהב.

### אחסון ושינוע החומצה החנקתית

החומצה החנקתית הינה קורוסיבית מאוד לכן חייבים לאחסן ולשנע אותה במכלי פלדת אל-חלד. יש להיזהר מאוד מערבוב החומצה עם חומרים אחרים. יש לנקות את המכלים לאחר השימוש.

שימוש לא נכון עלול לגרום לתקלות בלתי צפויות. החומצה מאוד רעילה ומסוכנת ויש לנקוט בכל אמצעי הזהירות: מסכות הגנה, משקפי מגן, כפפות, בגדים מיוחדים, מגפיים ואמצעי שטיפה. מגע של החומצה יכול לגרום לצריבות וכוויות ויש לשטוף את אזור המגע בחומצה במהירות האפשרית.

**מתי הוכברג – מחקר ופיתוח, דשן גת.**

