2

उर्वरक उद्योग

(FERTILIZER INDUSTRY)

प्रत्येक पेड़ पौधों को जीवित रहने के लिए वायु, जल, सूर्य का प्रकाश, अकार्बनिक तत्व जैसे C, H, N, K, Ca, Mg, Zn तथा Fe आदि तत्वों की आवश्यकता होती है। इसके अतिरिक्त कार्बनिक पदार्थ एवं रासायनिक उर्वरक (chemical fertilizer) भी पृथ्वी में मिले रहते हैं।

पेड़ पौधे अपने पोषक तत्वों को मुख्यतः भूमि से जड़ों द्वारा जल में विलेय यौगिकों (soluble compounds) के रूप में प्राप्त करते हैं। भूमि पौधों के पोषक तत्वों का अपार भण्डार है। लेकिन बार-बार फसल उगाने से उसमें पोषक तत्वों की कमी हो जाती है अर्थात् भूमि की उर्वरता (fertility) कम होती जाती है। अतः भूमि में पोषक तत्वों की कमी को पूरा कर उसकी उर्वरता (fertility) को बनाये रखने के लिए खाद (manure) तथा उर्वरकों (fertilizers) का उपयोग किया जाता है। उर्वरक वे रासायनिक पदार्थ हैं जो पेड़ पौधों अर्थात् वनस्पतियों के लिए भोजन का कार्य करते हैं। परन्तु उर्वरक का प्रयोग अकार्बनिक अथवा संश्लिष्ट पदार्थों के सान्द्रित रूप में होता है। उर्वरक कृत्रिम विधियों द्वारा बनाये जाते हैं। जिनमें नाइट्रोजन, पोटेशियम तथा फास्फोरस के उर्वरक मुख्य हैं। कृत्रिम विधियों द्वारा बनाये गये उर्वरकों को रासायनिक खाद (chemical manure) कहते हैं।

पौधे का अधिकांश भाग कार्बन, हाइड्रोजन व आक्सीजन के द्वारा बनता है। ये तीनों तत्व भूमि तथा वायु से प्राप्त होते हैं। सूक्ष्म तत्व भी इतने ही आवश्यक हैं जितने नाइट्रोजन, फास्फोरस और पोटाश आवश्यक होते हैं। सूक्ष्म तत्वों की कम मात्रा ग्रहण की जाती है।

पौधों की वृद्धि के लिए विभिन्न पोषक तत्वों का महत्व

1. कार्बन (Carbon)—सूखे पौधों का लगभग 43% भाग कार्बन होता है। ये तत्व कार्बनडाइआक्साइड के रूप में वायुमंडल में प्रचुर मात्रा में कार्बन स्वांगीकरण (Carbon Assimilation) क्रिया द्वारा वायुमंडल से कार्बन का शोषण करते हैं।

2. हाइड्रोजन (Hydrogen)—पौधों के शुष्क भार का लगभग 6.35% भाग हाइड्रोजन होता है। पौधों को यह तत्व पानी से मिलता है। हाइड्रोजन की पौधों में अलग से देने की आवश्यकता नहीं होती। यह तत्व पानी, जैविक पदार्थ तथा खनिज द्रव्यों के यौगिकों के रूप में पाया जाता है।

Scanned with CamScanner

3. आक्सीजन (Oxygen)—पौधों के शुष्क भाग का लगभग 40% भाग ऑक्सीजन होता है। पौधों को कुछ आक्सीजन पानी और कुछ वायु से श्वसन के लिये मिलती है। मिट्टी में यह तत्व यौगिकों के रूप में पाया जाता है।

4. नाइट्रोजन (Nitrogen)—पौधों में नाइट्रोजन 1 से 30% तक होती है। पौधों में नाइट्रोजन भूमि से नाइट्रेट (Nitrate) के रूप में प्राप्त करते हैं। भूमि को नाइट्रोजन मिलने के निम्न साधन हैं—

(1) जैविक खाद—जैसे गोबर की खाद, कम्पोस्ट, हरी खाद और खलियाँ आदि।

(2) रासायनिक उर्वरक—जैसे यूरिया, अमोनियम सल्फेट आदि।

(3) सहजीवी जीवाणु (Symbiotic Bacteria) जो कि दलहनी फसलों की जड़ों में पायी जाने वाली ग्रन्थिकाओं (Nobules) में रहते हैं और वायु से नाइट्रोजन लेकर भूमि में उसका यौगिकीकरण (Fixation) करते हैं।

(4) मुक्तजीवी जीवाणु (Free living Bacteria) जो कि वायुमण्डल की नाइट्रोजन का भूमि में स्वतन्त्र रूप से यौगिकीकरण करते हैं। जैसे—एजोटोबेक्टर।

(5) कुछ नाइट्रोजन पौधों को वर्षा द्वारा भी प्राप्त होती है, जो पौधों की वृद्धि के लिये आवश्यक है।

पौधों की पत्तियों में रंग की रचना व वानस्पतिक वृद्धि के लिये नाइट्रोजन आवश्यक तत्व है।

5. फास्फोरस (Phosphorus)—पौधों में फ़ास्फोरस 0.2 से 0.8% तक होता है। यह पौधों में श्वसन क्रिया, जड़ों की वृद्धि एवं फ़सल की परिपक्वता के लिये आवश्यक है। पौधों को फ़ास्फोरस दो साधनों से प्राप्त होती है।

(i) जैविक पदार्थ

(ii) फास्फेटी खनिजों हड्डियों में फास्फोरस होता है, उसे हम अस्थिचूर्ण (Bone Meal) रूप में खेतों में प्रयोग करते हैं। फास्फेटी खनिजों से सुपर फास्फेट तैयार होता है, जिसे हम खेतों में उर्वरक के रूप में प्रयोग करते हैं। दलहनी फसलों के लिये फास्फोरस आवश्यक होता है क्योंकि सहजीवी जीवाणु (Symbiotic Bacteria) वायुमंडल से नाइट्रोजन प्राप्त कर भूमि में स्वतंत्र रूप से यौगिकीकरण करते हैं। फास्फोरस के मिलने पर अन्न वाली फसलें शीघ्र बढ़ती हैं।

6. पोटेशियम (Potassium)—पौधों को पोटेशियम मिलने के भी दो साधन हैं—

(i) जैविक पदार्थ

(ii) पोटेशियम खनिज (Potassic)।

इस तत्व की कमी होने पर चुकन्दर तथा गन्ने में चीनी और आलू में स्टार्च कम बनता है। पौधों में पर्णहरित (Chlorophill) बनने के लिये भी पोटेशियम की आवश्यकता होती है।

Scanned with CamScanner

7. कैल्सियम (Calcium)—कैल्सियम भूमि के अन्दर अनेक यौगिकों के रूप में पाया जाता है। इन यौगिकों में कैल्सियम कार्बोनेट, कैल्सियम नाइट्रेट तथा कैल्सियम सल्फेट कृषि फसलों के लिये अधिक उपयोगी है। यह तत्व पौधों में विभिन्न प्रकार उत्पन्न हुये अम्लों के प्रभाव को नष्ट करता है। इस तत्व की कमी होने पर गुठली युक्त फल वृक्षों में गुठली नहीं पड़ती है।

8. मैग्नीशियम (Magnesium)—यह तत्व विभिन्न यौगिकों के रूप में भूमि में मिलता है। इसकी अनुपस्थिति में पौधों में पर्णहरित (Chlorophyll) नहीं बनता। तिलहनों (oil seeds) वाली फसलों के लिये यह तत्व आवश्यक है।

9. गन्धक (Sulphur)—इस तत्व के यौगिक भूमि में सल्फेट के रूप में पाये जाते हैं। इनमें पोटेशियम और कैल्सियम सल्फेट प्रमुख हैं। इस तत्व के मिलने से पौधों में प्रोटीन बनने में सहायता मिलती है। यह पौधों की जड़ों को मजबूत बनाता है और शीघ्र बढ़ने में मदद करता है।

10. लोहा (Iron)—इस तत्व के यौगिक आक्साईड और हाइड्रोआक्साइड के रूप में पर्याप्त मात्रा में मिलते हैं। यह एक सूक्ष्म तत्व (Micro element) है। इसे भूमि में अलग से देने की आवश्यकता नहीं होती। कुछ ही भूमियों व फसलों में इसकी आवश्यकता पड़ती है। पौधों में पर्ण हरित बनने में इसकी उपस्थिति आवश्यक होती है।

मैंगनीज (Manganese), बोरोन (Boron), ताँबा (Copper), जस्ता (Zinc), कोबाल्ट (Cobalt), वेनेडियम (Vanadium), सिलिकांस (Silikans), क्लोरीन (Clorine) और सोडियम (Sodium) उपरोक्त नौ तत्वों की पौधों को बहुत ही कम मात्रा में आवश्यकता होती है। इन तत्वों को न्यून तत्व (Micro Elements) कहते हैं।

11. मोलिब्डेनम (Molybdenum)—यह भी सूक्ष्म तत्व है। दलहनी फसलों में इसकी अनुपस्थिति में वायुमंडल की नत्रजन का भूमि में यौगिकीकरण नहीं कर पाती है।

एक अच्छे उर्वरक की विशेषता
(Characteristics of a good fertilizers)

एक अच्छे उर्वरक में निम्नलिखित विशेषतायें होनी चाहिए—

(1) यह जल में विलेय होना चाहिए।

(2) भूमि की अम्लीयता (acidity) तथा क्षारीयता (alkalinity) को ठीक कर सके।

(3) इसे अधिक समय तक स्थायी (stable) होना चाहिए जिससे तत्व पौधों को अधिक समय तक प्राप्त हो सकें।

(4) तत्व पौधों को आसानी से प्राप्त होना चाहिए।

उर्वरक निम्नलिखित श्रेणियों में विभक्त किये गए हैं—

(1) नाइट्रोजनी उर्वरक

Scanned with CamScanner

(3) पोटैशियम उर्वरक

(4) यौगिक उर्वरक

(1) नाइट्रोजनी उर्वरक (Nitrogenous Fertilizers)

नाइट्रोजन युक्त उर्वरकों को उनमें पायी जाने वाली नाइट्रोजन के प्रकार के अनुसार चार वर्गों में बाँटा जा सकता है—

(i) अमोनिया युक्त उर्वरक—इन उर्वरकों में नाइट्रोजन अमोनिया आयन के रूप में हैं जैसे—अमोनियम सल्फेट, अमोनियम क्लोराइड आदि।

(ii) नाइट्रेट युक्त उर्वरक—इन उर्वरकों में नाइट्रोजन नाइट्रेट आयन के रूप में पायी जाती है। पौधे इसे नाइट्रोजन के रूप में ग्रहण करते हैं। जैसे सोडियम नाइट्रेट, कैल्सियम नाइट्रेट आदि।

(iii) अमोनिया तथा नाइट्रेट युक्त उर्वरक—इन उर्वरकों में नाइट्रोजन अमोनिया व नाइट्रेट दोनों आयनों के रूप में पायी जाती है। जैसे कैल्शियम अमोनियम नाइट्रेट, कैल्शियम नाइट्रेट आदि।

(iv) एमाइड युक्त उर्वरक—ये कार्बन युक्त उर्वरक होते हैं। पृथ्वी में उपस्थित जीवाणुओं की क्रिया के परिणामस्वरूप एमाइड नाइट्रोजन क्रमशः अमोनिया व नाइट्रेट में परिवर्तित हो जाती है। जैसे यूरिया तथा कैल्शियम सायनेमाइड।

अमोनिया (Ammonia)

भारत में लगभग 90% अमोनिया का उत्पादन उर्वरक (fertilizers) के रूप में होता है। यह वायु में अल्प मात्रा में विद्यमान रहती है तथा यूरिया (urea) के सड़ने/अपघटन (decomposition) से प्राप्त होती है।

$$NH_2CONH_2 + 2H_2O \longrightarrow (NH_4)_2CO_3$$

$$(NH_4)_2CO_3 \rightleftharpoons 2NH_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$

प्रकृति में यह अमोनियम क्लोराइड (ammonium chloride) तथा अमोनियम सल्फेट (ammonium sulphate) के रूप में पायी जाती है।

अमोनिया के गुण (Properties of Ammonia)

अमोनिया रंगहीन (colourless) गैस है। इसमें विशेष गन्ध होती है। यह आँखों पर हानिकारक प्रभाव डालती है एवं इसके सूंघने पर आँखों में पानी आ जाता है। इसका गलनांक (Melting point) – 77.7°C तथा क्वथनांक (Boiling point) – 33.4°C है। यह जल में अत्यधिक विलेय (soluble) है।

रासायनिक अभिक्रिया (Chemical Reaction)

$$N_2 + 3H_2 \overset{Fe}{\rightleftharpoons} 2NH_3 \qquad \Delta H = -22\ kcal$$

उत्पादन विधि (Production Method)

औद्योगिक स्तर पर अमोनिया को निम्न विधियों द्वारा बनाया जाता है।

(1) अमोनियामय लिकर (Ammonical liquor)

(2) वायु से (From Air)

(1) अमोनियामय लिकर से (Ammonical liquior)—कोयले में पुरानी वनस्पतियों की सड़न से प्राप्त लगभग 1.5 प्रतिशत नाइट्रोजन होती है। जब कोयले का कार्बनीकरण (Carbonisation) किया जाता है तो कोल गैस के साथ अमोनिया अपने H_2S, HCN, HCl, H_2SO_4 के यौगिकों के रूप में निकलती है तथा अमोनियामय लिकर के रूप में मिलती है। जब इस लिकर को चूने के साथ वाष्प की धारा में गर्म किया जाता है जो कुछ अमोनियम लवणों का ऊष्मा के प्रभाव से वियोजन हो जाता है तथा शेष चूने से अभिक्रिया करके अमोनिया गैस मुक्त करते हैं।

$$NH_4HS \rightleftharpoons NH_3 + H_2S$$

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl + 2NH_3 + 2H_2O$$

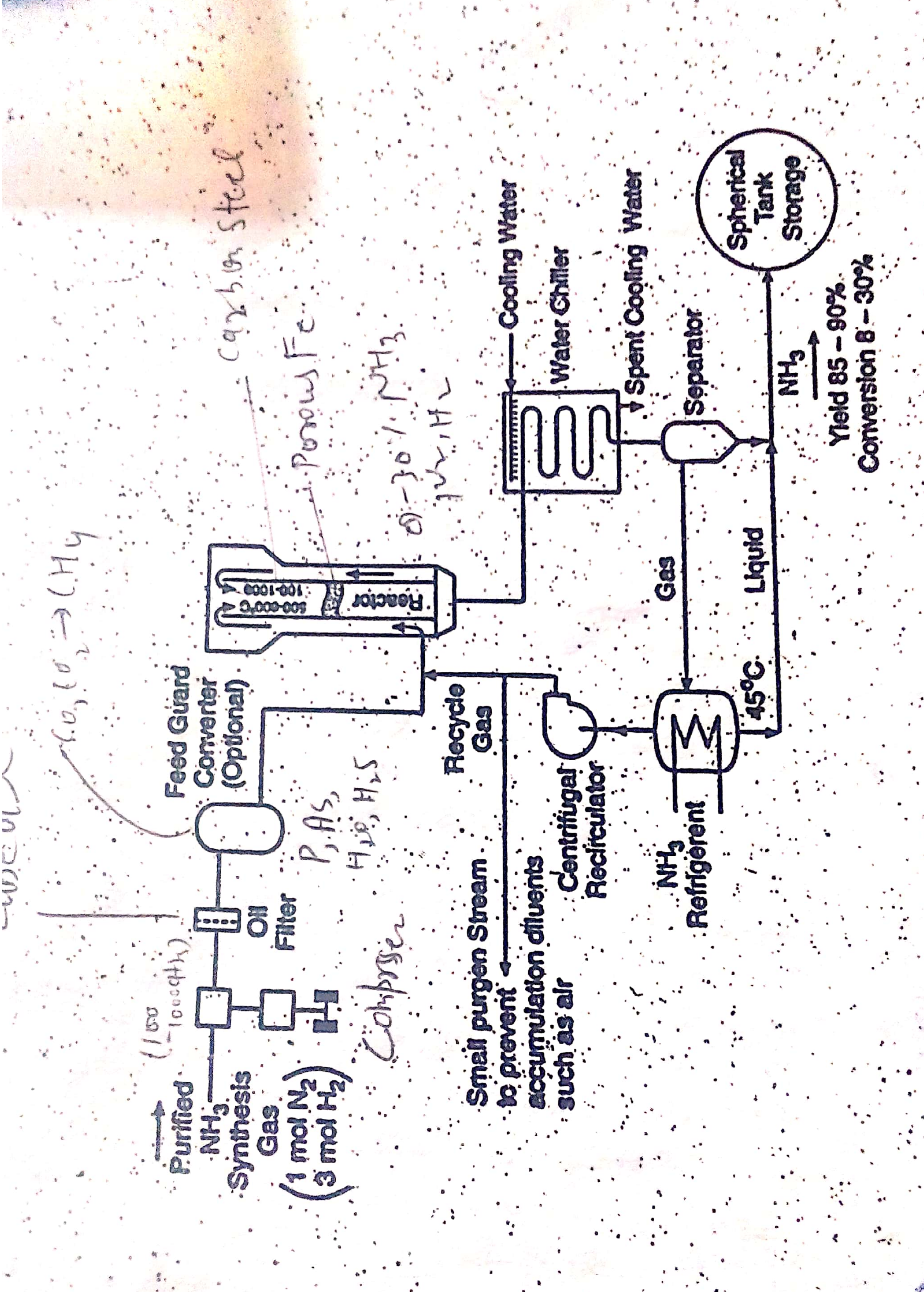
(2) वायु से (From Air)—वायु में उपस्थित नाइट्रोजन हेबर विधि (Haber Process) द्वारा अमोनिया में परिवर्तित की जाती है।

प्रक्रिया वर्णन (Process Description)

कृत्रिम अमोनिया गैस बनाने के लिए 3 mol हाइड्रोजन तथा 1 mol नाइट्रोजन का (3 : 1 अनुपात) मिश्रण लेकर 100 – 1,000 दाब पर (operating system) में संपीडित (compressed) किया जाता है। इस मिश्रण को तेल छन्नक (oil filter) के माध्यम से भेजा जाता है यहाँ पर compression oil तथा अन्य अशुद्धियाँ उच्च तापक्रम (high temperature) पर पृथक हो जाती हैं। कार्बन मोनोआक्साइड गैस तथा कार्बन डाइआक्साइड गैस, मीथेन (methane) में परिवर्तित हो जाती है तथा H_2O, H_2S, P तथा As की अशुद्धियाँ दूर होती हैं। शोधित तथा शुष्क गैसीय मिश्रण को उत्प्रेरक कक्ष में भेजा जाता है। यह प्रक्रिया Fe उत्प्रेरक की उपस्थिति (Presence of catalyst) तथा MO वर्धक (Promoter) की उपस्थिति में होती है इस कक्ष का तापक्रम 500 – 550°C होता है। इस कक्ष में नाइट्रोजन तथा हाइड्रोजन की परस्पर अभिक्रिया होती है तथा अमोनिया (NH_3) का निर्माण होता है। अभिक्रिया में ऊष्मा कक्ष के ताप का पोषण (maintain) करती है तथा ऊष्मा विनिमयी (heat interchanger) ऊष्मा की हानि (loss of heat) नहीं होने देता है। उत्प्रेरक कक्ष से निकलने वाले गैसीय मिश्रण में 8–30% अमोनिया होती है। इस गैसीय मिश्रण को ठण्डे जल द्वारा शीतल किये हुए संघनित्र (condenser) में प्रवाहित करते हैं जिससे अमोनिया द्रवित (liquified) हो जाती है। शेष मिश्रण को नाइट्रोजन तथा हाइड्रोजन ———।

अमोनिया के निर्माण में प्रयुक्त रेखाचित्र (flow diagram) अग्र प्रकार है—

Scanned with CamScanner



चित्र 2.1 NH_3 उत्पादन का रेखाचित्र (Flow Diagram of NH_3 Production)

Scanned with CamScanner

उपयोग (Uses)

(1) ओस्टवाल विधि द्वारा नाइट्रिक अम्ल के निर्माण में अमोनिया प्रयुक्त होती है।

(2) विभिन्न नाइट्रोजन युक्त उर्वरक जैसे यूरिया, अमोनियम नाइट्रेट तथा अमोनियम सल्फेट आदि के निर्माण में अमोनिया प्रयुक्त की जाती है।

(3) बर्फ बनाने के कारखानों में इसका प्रयोग किया जाता है।

(4) प्रयोगशाला में अमोनियम हाइड्राक्साइड के रूप में इसका प्रयोग किया जाता है।

(5) साल्वे विधि द्वारा सोडियम कार्बोनेट तथा सोडियम बाइकार्बोनेट के बनने में अमोनिया प्रयुक्त की जाती है।

(6) विस्फोटक पदार्थों जैसे NCl_3 तथा NH_4NO_3 आदि बनाने में प्रयुक्त होती है।

(7) नायलॉन तथा कृत्रिम रेशम बनाने में उपयोगी है।

नाइट्रिक अम्ल (Nitric Acid)

नाइट्रिक अम्ल वर्षा के जल में अल्प मात्रा में पाया जाता है। परन्तु संयुक्त अवस्था में यह चिली साल्ट पीटर ($NaNO_3$) नाइटर (KNO_3) आदि में पाया जाता है।

नाइट्रिक अम्ल के गुण (Properties of Nitric Acid)

(1) इसका अणुभार 63.03 होता है तथा विशिष्ट घनत्व (sp. gravity) 1.51 है।

(2) यह रंगहीन द्रव (colourless liquid) है।

(3) अधिक समय तक रखे रहने पर प्रकाश द्वारा नाइट्रोजन डाइ ऑक्साइड (NO_2) में परिवर्तित हो जाता है।

(4) यह त्वचा (skin) को जला देता है तथा त्वचा पर पीले रंग के फफोले (blister) पड़ जाते हैं।

(5) जल में पूर्ण रूप से घुलनशील (soluble) है।

नाइट्रिक अम्ल के उत्पादन की विधि
(Method of Production of Nitric Acid)

नाइट्रिक चिली अम्ल का निर्माण अमोनिया ऑक्सीकरण विधि द्वारा किया जाता है। यह विधि ओस्ट वाल्ट विधि कहलाती है। अमोनिया आक्सीकरण प्रक्रिया में निम्नलिखित 4 पद होते हैं—

(1) NH_3 का NO में आक्सीकरण

(2) NO का NO_2 में आक्सीकरण

(3) जल में NO_2 का अवशोषण

(4) HNO_3 का सान्द्रण।

अमोनिया और वायु के मिश्रण को (1 : 8 के अनुपात में) 800°C पर प्लेटिनम जाली

Scanned with CamScanner

(Platinum guazes) से भरे कक्ष में प्रवाहित किया जाता है। प्लैटिनम (उत्प्रेरक) की उपस्थित में अमोनिया ऑक्सीकृत होकर नाइट्रिक ऑक्साइड निर्मित करती है।

$$4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[800°C]{Pt} 4NO + 6H_2O; \Delta H = -21.6 \text{ kcal}$$

नाइट्रिक ऑक्साइड

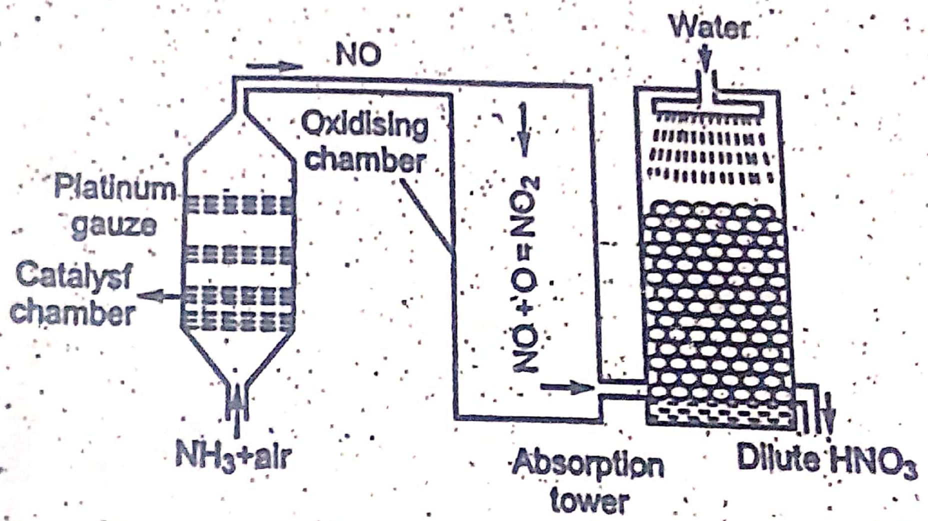
नाइट्रिक ऑक्साइड को एक ऑक्सीकारक स्तम्भ में प्रवाहित किया जाता है। प्लैटिनम उत्प्रेरक की उपस्थित में वायु की ऑक्सीजन द्वारा नाइट्रिक ऑक्साइड का नाइट्रोजन डाइऑक्साइड में ऑक्सीकरण हो जाता है।

$$2NO + O_2 \xrightleftharpoons{Pt} 2NO_2$$

नाइट्रोजन डाइऑक्साइड

नाइट्रोजन परॉक्साइड को अवशोषण टॉवर के नीचे से प्रवाहित करते हैं जिसके ऊपर से जल टपकता है। NO_2 जल में अवशोषित होकर नाइट्रिक अम्ल निर्मित करती है।

$$3NO_2 + H_2O = 2NHO_3 + NO$$



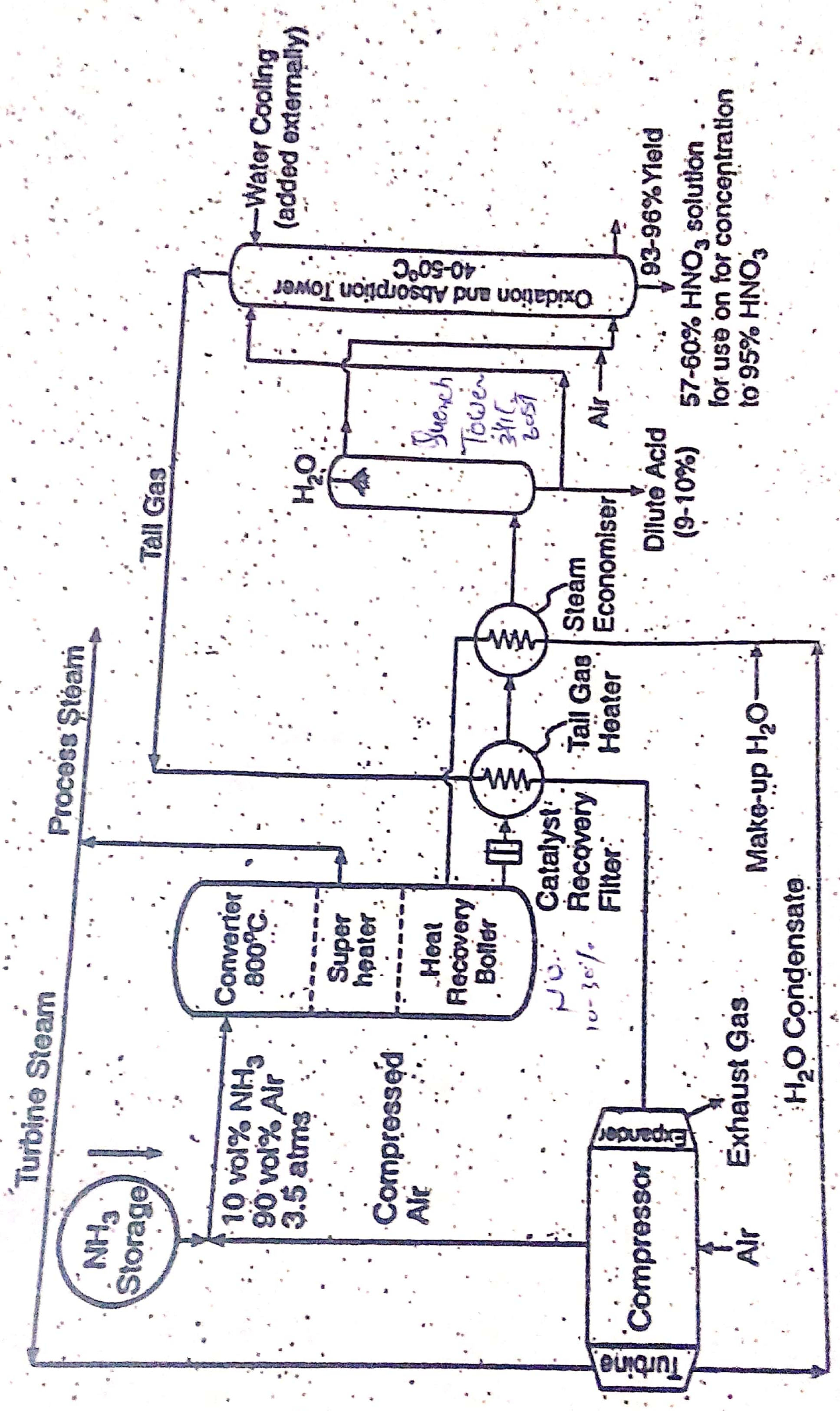
चित्र 2.2—नाइट्रिक अम्ल का उत्पादन

नाइट्रिक अम्ल का सान्द्रण व शोधन—

प्राप्त नाइट्रिक अम्ल में नाइट्रोजन के ऑक्साइडों और जल की अशुद्धि रहती है। पहले अशुद्ध नाइट्रिक अम्ल का प्रभाजी आसवन (fractional distillation) द्वारा आसुत का मध्य भाग एकत्रित कर लिया जाता है। इस भाग में बराबर आयतन सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल मिलाकर पुनः आसवन किया जाता है। इसमें जल का अंश दूर हो जाता है। प्राप्त गर्म आसुत में शुष्क CO_2 गैस की धारा प्रवाहित की जाती है, जिससे अम्ल में उपस्थित नाइट्रोजन के ऑक्साइड निकल जाते हैं तथा रंगहीन शुद्ध नाइट्रिक अम्ल प्राप्त होता है।

नाइट्रिक अम्ल के निर्माण में प्रयुक्त Flow Diagram चित्र 2.3 में प्रदर्शित है—

Scanned with CamScanner



चित्र 2.3 अमोनिया ऑक्सीकरण विधि द्वारा नाइट्रिक अम्ल के निर्माण का रेखाचित्र

(Flow diagram of Nitric acid by ammonia oxidation process.)

Scanned with CamScanner

एक टन 100% HNO_3 प्राप्त करने के लिए निम्नलिखित सामग्री की आवश्यकता होती है—

निर्जल NH_3	0.287 – 0.290 ton
वायु	3000 Nm^3
प्लैटिनम (2–10% Rh प्रमोटर)	0.1 gm
जल	120 ton
स्टीम क्रेडिट	1 ton
बिजली (Power)	10–30 KwH.

नाइट्रिक अम्ल के उपयोग (Uses of Nitric Acid)

1. ऑक्सीकरण एवं प्रयोगशाला अभिकर्मक के रूप में प्रयुक्त किया जाता है।

2. सिल्वर एवं गोल्ड के धातु कर्म में तथा शुद्धीकरण (Purification) में इसका उपयोग होता है।

3. धातुओं के नाइट्रेट लवण ($AgNO_3$, NH_4NO_3, KNO_3, $Pb(NO_3)_2$ आदि बनाने में)।

4. रंग, इत्र, औषधियाँ कृत्रिम रेशम आदि के निर्माण में प्रयुक्त होता है।

5. विस्फोटक पदार्थों जैसे—डाइनामाइट, नाइट्रोग्लिसरीन, ट्राइ नाइट्रो टॉलूईन (T.N.T.), गनकॉटन आदि के निर्माण में प्रयुक्त होता है।

6. सल्फ्यूरिक अम्ल के निर्माण में प्रयुक्त होता है।

7. ऐरोमैटिक यौगिकों के नाइट्रीकरण (Nitration) में प्रयुक्त होत्रा है।

8. धातुओं पर चित्रकारी (Photography) करने में प्रयुक्त होता है।

अमोनियम सल्फेट (Ammonium Sulphate)

अमोनियम सल्फेट एक महत्वपूर्ण उर्वरक है। इसमें 21% नाइट्रोजन तथा 24% सल्फर होती है।

कच्चा माल एवं विधि (Raw Material and Process)

अमोनियम सल्फेट का निर्माण निम्न प्रकार किया जाता है—

(1) कोक ओवन गैस तथा सल्फ्यूरिक अम्ल विधि (Coke oven gas and sulphuric Acid Process)।

(2) प्रत्यक्ष उदासीनीकरण प्रक्रिया (Direct Neutralisation Process)।

(3) जिप्सम विधि (Gypsum Process)

(4) कैप्रोलैक्टम से अमोनियम सल्फेट का बनाना (Formation of Ammonium sulphate from caprolactum)

(1) कोक ओवन गैस तथा सल्फ्यूरिक अम्ल विधि

सर्वप्रथम कोयले (coal) को गर्म करके कोक (coke) का निर्माण किया जाता है इस

Scanned with CamScanner

स में 1% अमोनिया गैस (ammonia gas) होती है। इस गैस को ठण्डाकर पृथक्कारक (Separator) में ले जाया जाता है। इस पृथक्कारक में दुर्बल सल्फ्यूरिक अम्ल होता है। सल्फ्यूरिक अम्ल अमोनिया के साथ क्रिया कर अमोनियम सल्फेट का निर्माण करता है। अब संतृप्त (saturation) से प्राप्त क्रिस्टलों (crystals) का सेन्ट्रीफ्यूज (centrifuge) में ले जाते हैं। यहाँ पर क्रिस्टल (Crystal) तथा द्रव (liquid) दोनों पृथक हो जाते हैं। अब इन क्रिस्टलों (crystals) को धोकर सुखा लिया जाता है।

(2) प्रत्यक्ष उदासीनीकरण प्रक्रिया (Direct Neutralisation Process)

इस विधि में द्रव H_2SO_4 तथा अमोनिया गैस को उदासीकरण (Neutraliser) में ले जाते हैं। अब इसे रिएक्टर में ले जाकर अभिक्रिया कराते हैं जिससे अमोनियम सल्फेट प्राप्त हो जाता है।

$$2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{Ammonium sulphate}}{(NH_4)_2SO_4}$$

अब अमोनियम सल्फेट स्लरी को वाष्पक (evaporator) में ले जाकर इस प्रकार यहाँ 95% पिघली अवस्था में अमोनिया सल्फेट प्राप्त होता है। इसे अब crystalliser में ले जाया जाता है। Crystalliser से प्राप्त Crystals की screening की जाती है। Screening, cooling drum में करते हैं।

(3) जिप्सम विधि (Gypsum Process)

इस विधि में अमोनिया गैस को जल में अवशोषित (absorb) कराते हैं जिससे अमोनियम हाइड्रोक्साइड (NH_4OH) प्राप्त होता है। अब इस विलयन में CO_2 गैस प्रवाहित की जाती है जिससे $CaCO_3$ का अवक्षेप तथा विलेय $(NH_4)_2SO_4$ बनता है। $CaCO_3$ के अवक्षेप को छानकर (filtration) दूर कर देते हैं। अमोनियम सल्फेट के विलयन को वाष्पक (evaporator) द्वारा सान्द्रित किया जाता है। इस सान्द्रित स्लरी (concentrated slurry) को crystalliser में ले जाकर crystals प्राप्त करते हैं। इस मिश्रण को centrifuge में ले जाकर मातृ द्रव (Mother liquor) तथा क्रिस्टलों (crystals) को पृथक कर लेते हैं। अब इन क्रिस्टलों को Drier में ले जाकर एकत्रित कर लिया जाता है।

$$2NH_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow (NH_4)_2CO_3$$

$$\underset{\text{Gypsum}}{CaSO_4.2H_2O} + (NH_4)_2CO_3 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + CaCO_3 + H_2O$$

(4) कैप्रोलेक्टम से अमोनियम सल्फेट बनाना (By Product from Caprolactum)

प्राप्त कैप्रोलेक्टम में 35% ammonium sulphate होता है। इस विलयन से ammonium sulphate को उपचारित (recovered) किया जाता है। अब इस विलयन को crystalliser, centrifuge तथा drier से गुजार (Pass) कर अमोनियम सल्फेट प्राप्त किया जाता है।

Scanned with CamScanner

अमोनियम सल्फेट के गुण (Properties)

(1) यह सफेद रंग का क्रिस्टलीय (crystalline) पदार्थ होता है।

(2) इसकी specific gravity 1,769 तथा Bulk density 720–1040 kg/m^3 है।

(3) जल में अतिविलेय (very soluble) तथा आर्द्रताग्राही (Hygroscopic) है।

अमोनियम सल्फेट का रख-रखाव एवं पैकिंग
(Handling and Packing of Ammonium Sulphate)

(1) यह क्रिस्टलीय (Crystalline) होने के कारण free flowing होता है जिसके कारण इसका चूर्ण पदार्थ (powder material) अधिक नमी में टिकिया (cake) बना लेता है।

(2) इसके सामान्यतः पॉलीइथाइलीन बैग (Polyethylene bag) में रखना चाहिए।

यूरिया (Urea)

यूरिया कार्बनिक उर्वरक है तथा नाइट्रोजन का महत्वपूर्ण स्रोत है। इसमें 46% नाइट्रोजन होती है जो आजकल प्राप्त उर्वरकों में सबसे अधिक है। यह पहला कार्बनिक यौगिक है जिसे प्रयोगशाला में बनाया गया है।

कच्चा माल (Raw Material)

(i) अमोनिया (Ammonia)

(ii) कार्बनडाइ ऑक्साइड गैस (Carbondioxide gas)

यूरिया का औद्योगिक निर्माण (Industrial Method of Urea)

यूरिया का औद्योगिक निर्माण निम्नलिखित दो विधियों द्वारा होता है—

(1) अमोनियम कार्बोनेट के विघटन द्वारा
(Decomposition of Ammonium Carbonate)

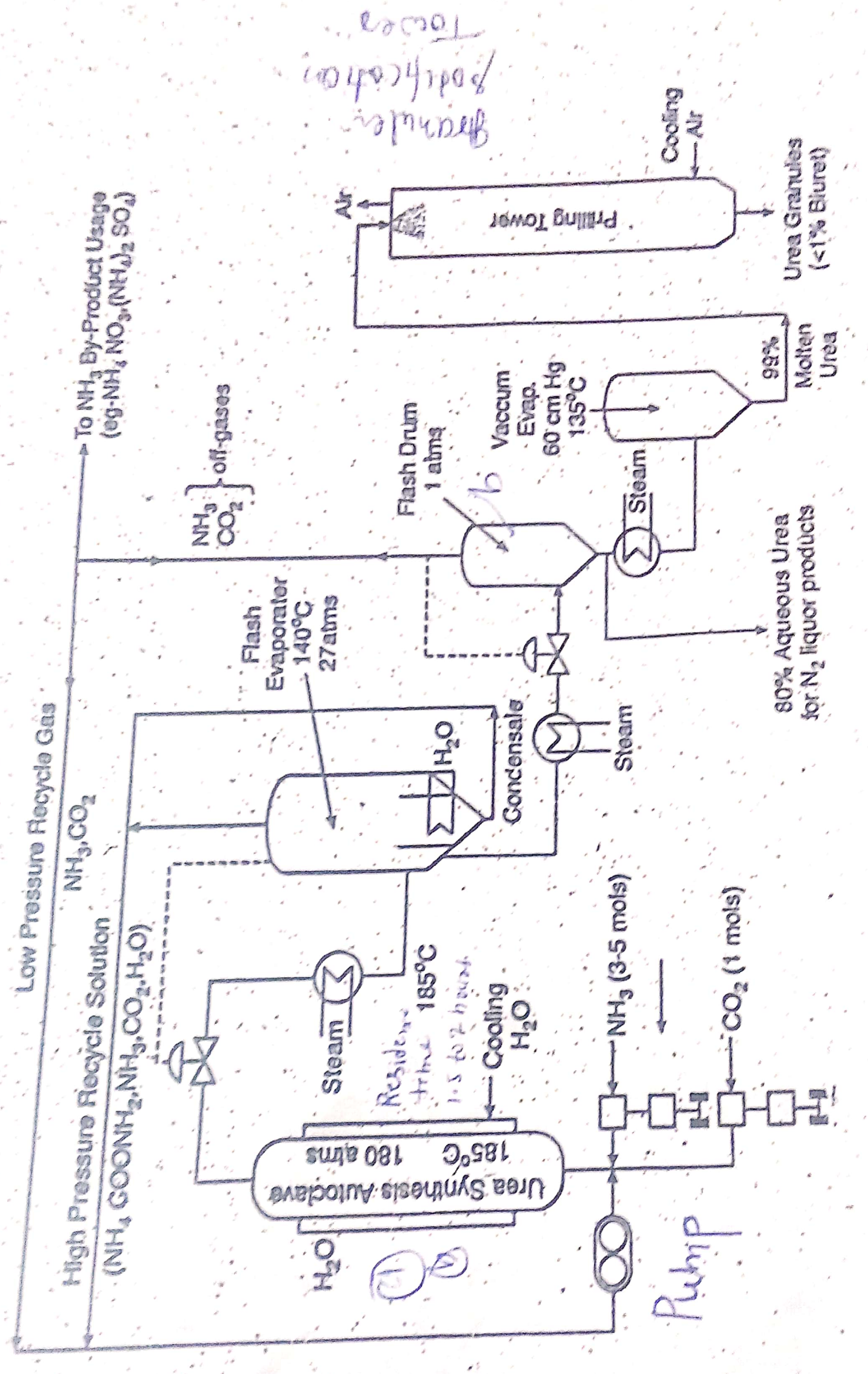
द्रव अमोनिया एवं द्रव कार्बन डाइ आक्साइड के मिश्रण को ऑटोक्लेव (Autoclave) में उच्च ताप 170°C – 190°C तथा 100 – 120°C वायुमण्डलीय (ATM) पर गर्म करने पर अमोनियम कार्बोनेट (NH_4COONH_2) बनता है जिसे 50 Atm दाब पर 150°C तक गर्म करने पर यूरिया प्राप्त होता है। रासायनिक अभिक्रिया निम्न प्रकार है—

(i) $CO_2 + 2NH_3 \longrightarrow \underset{\text{Ammonium Carbomate}}{NH_4COONH_2} \quad \Delta H^\circ = -37.4 \text{ kcal}$

(ii) $NH_4COONH_2 \longrightarrow \underset{\text{Urea}}{NH_2CONH_2} + 2H_2O \quad \Delta H^\circ = +6.3 \text{ kcal}$

यूरिया के निर्माण में निम्न पार्श्व अभिक्रिया (side reaction) प्राप्त होती है—

Scanned with CamScanner



चित्र 2.4 यूरिया द्वारा अमोनियम कार्बोमेट का निर्माण (**Flow diagram of manufacture of Urea by ammonium carbomate**).

$$2NH_2CONH_2 \longrightarrow \underset{\text{Biuret}}{NH_2CONH.CONH_2} + NH_3$$

प्रक्रिया वर्णन (Process Description)

2–5 mol द्रव अमोनिया तथा 2 mol द्रव कार्बनडाइ ऑक्साइड गैस के मिश्रण को ऑटोक्लेव (Autoclave) में उच्च दाब लेकर गर्म किया जाता है। ऑटो क्लेव का उच्च ताप 170° – 190°C तथा उच्च दाब 100 – 120°Atm रहता है। Autoclave के दोनों ओर जल (water) समायोजित (maintain) रहता है क्योंकि अभिक्रिया में ऊष्मा उत्सर्जित (evolve) होती है। Autoclave का average residence time 1.5 से 2 hrs रखा जाता है। अमोनियम तथा कार्बन डाइआक्साइड परस्पर क्रिया कर अमोनियम कार्बोनेट (ammonium carbonate) जल बनाते हैं तथा NH_3 एवं CO_2 अवशेष रूप में रहती है। इस द्रव अपशिष्ट पदार्थ (liquid effulent) को 27 atm दाब पर एक विशेष प्रकार के फ्लैश वाष्पक (flash evaporator) में भेजा जाता है यह flash evaporator, गैस द्रव पृथक्कारक (gas liquid seperator) तथा संघनित्र (condenser) से युक्त होता है। अक्रियाशील (unreacted) NH_3, CO_2 तथा जल विलयन के रूप में ऊपर से पुनः चक्रीकृत (recycle) कर लिया जाता है। carbomate urea के जलीय विलयन को वायुमण्डलीय फ्लैश ड्रम (Atmospheric flash drum) में ले जाया जाता है। इस flash drum में कार्बोमेट (carbonate) का अपघटन (decomposition) होता है। इस में बची हुई गैसें को NH_3 प्रक्रिया द्वारा (Process) में रासायनिक उर्वरक (chemical fertilizer) को बनाने में प्रयुक्त किया जाता है।

प्रायः 80% यूरिया के जलीय विलयन को निर्वात वाष्पक (Vacuum evaporator) में भेजा जाता है यहाँ पर यूरिया पिघली (Molten urea) अवस्था में प्राप्त होता है। निर्वात वाष्पक (Vacuum evaporator) का तापक्रम 135°C ता दाब 60 mm Hg होता है। पिघली यूरिया (Molten urea) को प्रिलिंग स्तम्भ (Prilling tower) में ऊपर से गिराते हैं। बाइयूरेट (Buiret) निर्माण को बनने से रोकने के लिए तापक्रम को यूरिया के गलनांक (melting point) से कुछ अधिक रखा जाता है। Prilling tower में molten urea आते-आते प्रिल (Prill) के रूप में परिवर्तित हो जाती है।

यूरिया के भौतिक गुण (Physical Properties of urea)

(1) यूरिया का अणुभार (molecular weight) 60.05 होता है।

(2) यूरिया एक सफेद क्रिस्टलीय पदार्थ (crystalline substance) है।

(3) इसका गलनांक (melting point) 132.7°C तथा क्वथनांक (boiling point) 133.5°C होता है।

(4) यह जल में घुलनशील (soluble) है।

(5) यूरिया को उच्च ताप पर नहीं रखना चाहिए।

(6) यह आर्द्रताग्राही (Hygroscopic) होता है।

Scanned with CamScanner

उपयोग (Uses)

यूरिया के उपयोग निम्नलिखित हैं—

(1) यूरिया उर्वरक के रूप में प्रयुक्त किया जाता है।

(2) यूरिया का उपयोग वेरोनल (Veronal) आदि औषधियों (medicines) बनाने में किया जाता है।

(3) मेलामाइन फार्मेल्डिहाइड यूरिया (Melamine formaldehyde urea) का Dinner ware बनाने में किया जाता है।

(4) यूरिया का उपयोग (Plastics) प्लास्टिक बनाने में किया जाता है।

नोट—यदि यूरिया का प्रयोग स्लरी (slurry) के रूप में करना हो तो बाइयूरेट मात्रा (Biurate Amount) सुरक्षित सीमा से कम होना चाहिए।

$$2NH_2CONH_2 \longrightarrow \underset{\text{Biuret}}{NH_2CONHCONH_2} + NH_3$$

भारत में उर्वरक नियन्त्रण एक्ट 1957 के अनुसार उर्वरक ग्रेड (fertilizers grades) के यूरिया में लगभग 1.5% बाइयूरेट (biurate) हो सकता है।

अमोनियम नाइट्रेट (Ammonium Nitrate, NH_4NO_3)

अमोनियम नाइट्रेट एक महत्वपूर्ण नाइट्रोजन युक्त उर्वरक (Nitrogenous fertiliser) है क्योंकि इसमें नाइट्रोजन 33% होती है अमोनियम नाइट्रेट का उपयोग उर्वरक की अपेक्षा विस्फोटक पदार्थों के बनने में अत्यधिक किया जाता है। द्वितीय विश्व युद्ध में अमोनियम नाइट्रेट का उपयोग विस्फोटक (explosive) पदार्थ के रूप में किया गया।

कच्चा पदार्थ (Raw Material)

अमोनियम नाइट्रेट के बनाने में निम्न कच्चे पदार्थों की आवश्यकता होती है—

(1) द्रव अमोनिया (Liquid NH_3)

(2) नाइट्रिक अम्ल (57–60%–Nitric Acid)

(3) मिट्टी जैसे किसलगुर आदि—इसका प्रयोग अन्तिम उत्पाद (end product) पर पर्त (coating) करने हेतु किया जाता है।

रासायनिक अभिक्रिया (Chemical Reaction)

$$NH_3 + HNO_3 \longrightarrow NH_4NO_3, \quad \Delta H = -20.6 \text{ kcal}$$

अमोनिया नाइट्रेट की निर्माण विधि

(Process Description of Ammonium Nitrate)

अमोनियम नाइट्रेट के निर्माण में कई विधियाँ प्रयुक्त की गयी हैं जिनमें निम्न विधियाँ मुख्य हैं—

(1) प्रिलिंग विधि (Prilling Process)

Scanned with CamScanner

(2) क्रिस्टलन विधि (Crystallisation Process)

(3) स्टेनगल विधि (Stangel Process)

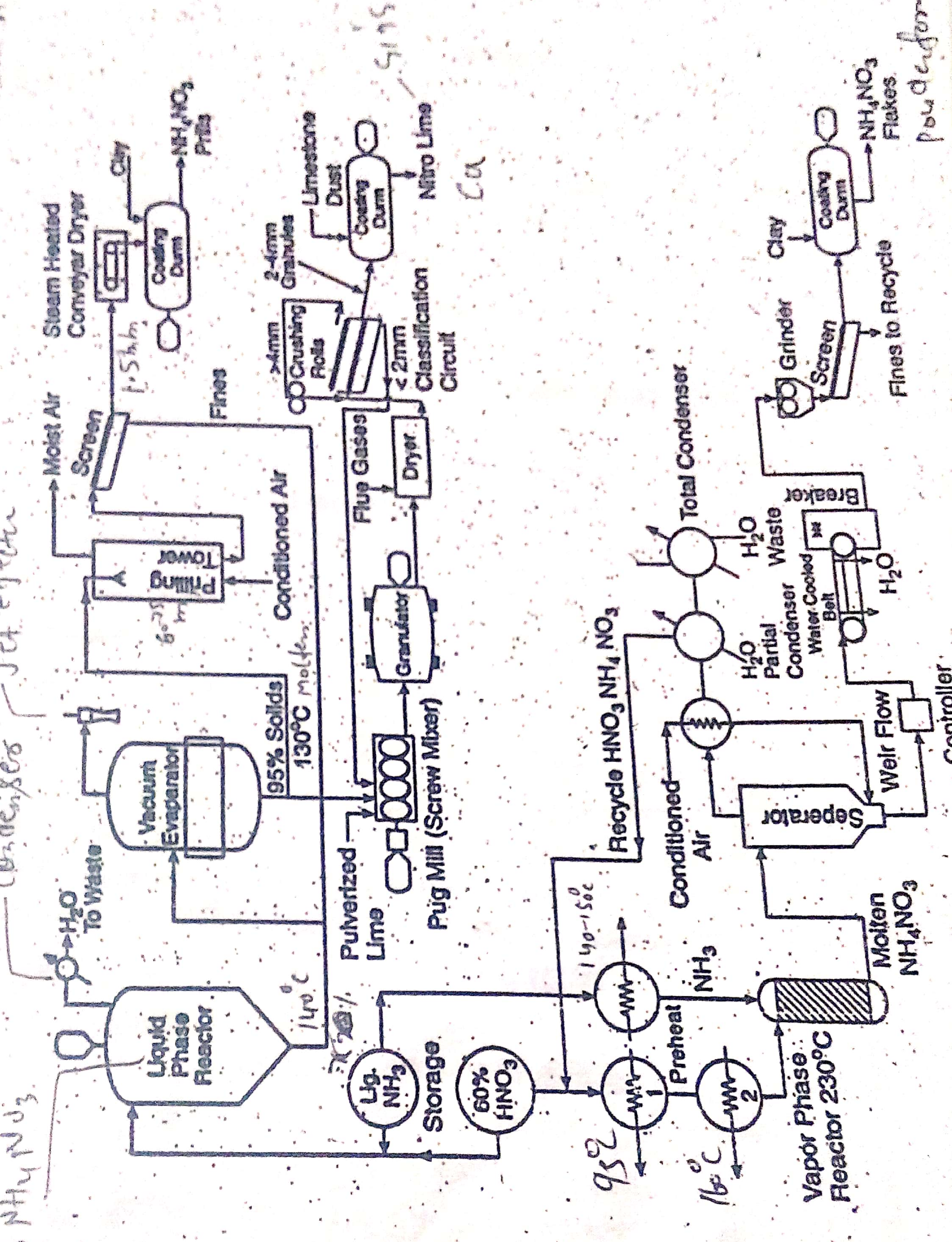
(1) प्रिलिंग विधि (Prilling Process)

इस विधि में अमोनिया वाष्प (Ammonia vapour) को जलीय नाइट्रिक अम्ल (nitric acid) के साथ मिलाकर एक स्टेनलैस स्टील के बर्तन (Stainless steel vessel) जो कि रियेक्टर (reactor) का कार्य करता है में भेजा जाता है। इस मिश्रण (mixture) को चलाते (agitation) रहना चाहिए। अभिक्रिया सम्पूर्ण होने के पश्चात् जो अतिरिक्त अवशेष गैसें तथा जल होता है उसे बाहर निकाल दिया जाता है तथा इस रियेक्टर (reactor) से प्राप्त अन्तिम उत्पाद (final salt—NH_4NO_3) की सान्द्रता 75% होती है। इस रियेक्टर का तापक्रम 140°C होता है अब इस सान्द्रित NH_4NO_3 को निर्वात वाष्पक (vacuum evaporator) में ले जाते हैं यहाँ पर NH_4NO_3 लगभग 95% तक सान्द्रित हो जाता है। अब इस गर्म लिकर (hot liquor) को प्रिलिंग स्तम्भ (Prilling tower) के ऊपर से गिराया जाता है। प्रिलिंग स्तम्भ की ऊँचाई 60–75 meter होती है। प्रिलिंग स्तम्भ (Prilling tower) के नीचे से ठण्डी वायु (cool air) भेजी जाती है। अब ठोस गोलीय टिकिया (solidified spherical pellets) के रूप में अथवा प्रिल (Prill) के रूप में NH_4NO_3 प्राप्त होता है। NH_4NO_3 की टिकियां (Pellets) 1.5 mm diameter की होती है। प्रिलिंग स्तम्भ (Prilling tower) में वायु (air) ऊपर जाते समय गर्म (hot) हो जाती है जिससे ऊपर से निकाल दिया जाता है। अब NH_4NO_3 की prill की screening करते है। Oversize prill तथा Fine prills को पुनः विलेय (redisolved) कर उदासीनीकरण कक्ष (neutralising tower) में पुनः चक्रीकरण (recycle) के लिए भेजा जाता है, Screened tablets or prills मिट्टी को ड्रायर (drier) में ले जाकर शुष्क (dry) करते हैं। इसके बाद प्रिल को लोपित ड्रम (coating drum) में ले जाया जाता है। जहाँ पर (clay) की coating की जाती है जिससे Clay की coating से tablets अथवा prills का परस्पर विस्फोटन (explosion) से बचाया जा सके।

(2) क्रिस्टलन विधि (Crystallisation Process)

यह विधि भी Prilling process के समान है। निर्वात् वाष्पक (vacuum evaporator) से प्राप्त लिकर (liquor) की सान्द्रता 80–85% तक होती है। इस सान्द्रता के लिकर (liquor) को निर्वात क्रिस्टल (vacuum crystalliser) में भेजा जाता है। vacuum crystalliser में क्रिस्टलों (crystals) की वृद्धि को 40°C पर नियन्त्रित (control) करते हैं। Crystalliser से प्राप्त crystal slurry जिसमें 40% भारानुसार (By weight) क्रिस्टल (crystal) होते हैं। इन क्रिस्टलों को centrifuge में भेजा जाता है यहाँ पर मातृद्रव (Mother liquid) तथा क्रिस्टल (crystal) को पृथक कर लिया जाता है। इस मातृ द्रव (Mother liquid) को वाष्पक (evaporator) में चक्रीकरण (recycle) करते हैं तथा 15°C पर घूमने वाले ड्रायर (rotatory drier) में शुष्क (dry) करते हैं।

Scanned with CamScanner



चित्र 2.5 अमोनियम नाइट्रेट के निर्माण का रेखाचित्र

(Flow diagram of Ammonium Nitrate Production).

Scanned with CamScanner

गुण (Properties)

(1) इसका परमाणु भार (molecular weight) 80.05 होता है।

(2) इसका क्वथनांक (B.P.) 200°C तथा गलनांक (M.P.) 170°C होता है।

(3) यह जल, एल्कोहल तथा अमोनिया में विलेय 900 gm/litre at 20°C है।

(4) यह सफेद क्रिस्टल (white crystals) के रूप में होता है।

(5) इसकी विशिष्ट गुरुत्व (specific gravity) 1.66 होती है।

(6) इसकी bulk density 998.7 kg/m^3 तथा Angles of repose 35 – 37° है।

संग्रहण (Storage)

अमोनियम नाइट्रेट के कण free flowing होते है। अतः इनका रखरखाव सावधानीपूर्वक (carefully) करना चाहिए क्योंकि परस्पर टक्कर से विस्फोट (explosion) होने की सम्भावना बनी रहती है। अतः अमोनियम नाइट्रेट को पोली इथालीन निर्मित बैग (Polyethylene lined bag) में बन्द (Pack) करना चाहिए।

फास्फेटी उर्वरक (Phosphatic Fertilizers)

नाइट्रोजन के समान फास्फोरस भी पौधों के लिये आवश्यक तत्व है जिसकी प्रायः हमारी भूमियों में कमी पायी जाती है। फास्फोरस के साथ एक समस्या उसकी उपलब्धता (Availability) की है। केवल पौधों को फास्फोरस की कुल मात्रा का $\frac{1}{3}$ भाग ही मिल पाता है, शेष मात्रा भूमि में यौगिकीकरण क्रिया द्वारा अप्राप्य दिशा में परिवर्तित हो जाती है जिसे पौधे ग्रहण नहीं कर सकते। भूमि में फास्फोरस की पर्याप्त मात्रा होते हुये भी फास्फोरस उर्वरक देना पड़ता है क्योंकि भूमि में उपस्थित फास्फोरस उपलब्ध अवस्था में नहीं होता। फास्फोरस घुलनशील दशा में मिलाने पर अचल हो जाता है। उर्वरकों में फास्फोरस कैल्सियम यौगिकों के रूप में होता है।

फास्फोरस के विभिन्न रूप निम्न हैं—

(i) मोनो कैल्सियम फॉस्फेट [$CaH_4(PO_4)_2$]

(ii) डाइ कैल्सियम फॉस्फेट [$Ca_2H_2(PO_4)_2$]

(iii) ट्राइ कैल्सियम फॉस्फेट [$Ca_3(PO_4)_2$]

केवल मोनो कैल्सियम फास्फेट ही पानी में घुलनशील है, अधिकाँश पौधें फॉस्फोरस को इसी रूप में ग्रहण करते हैं। यह फॉस्फोरस का सबसे प्राप्य रूप है। डाइ कैल्सियम फॉस्फेट पानी में आंशिक रूप से विलेय है और साइट्रिक अम्ल (Citric acid) में पूर्ण विलेय है, ट्राई कैल्सियम फास्फेट फास्फोरस का अघुलनशील अप्राप्य रूप है जिसे पौधे ग्रहण नहीं करते हैं। यह सान्द्र अम्ल में विलेय है।

हमारी फसलों की दृष्टि से फॉस्फोरस का मोनो कैल्सियम फॉस्फेट रूप में सबसे महत्व

Scanned with CamScanner

का ? अर्थ है। सुपर फॉस्फेट उर्वरक में मोनो कैल्सियम फॉस्फेट बहुत मात्रा में पाया जाता है। फॉस्फोरस को विलेय अवस्था में भूमि में देने से वह भूमि में पहले से उपस्थित कैल्सियम बाइकार्बोनेट आदि यौगिकों में प्रतिक्रिया करके ऐसे रूपों में बदल जाते हैं कि वह पौधों के प्रयोग में नहीं आ पाते हैं।

फास्फोरिक उर्वरकों में निम्न उर्वरक मुख्य रूप से प्रयोग किये जाते हैं।

(i) हड्डी की खाद (Bone Meal)—हड्डियों में पर्याप्त मात्रा में फ़ॉस्फेट होता है। इसमें मुख्यतः ट्राई कैल्सियम फॉस्फेट के रूप में फॉस्फोरस होता है। इन हड्डियों को पीस कर जो अस्थिचूर्ण (Raw Bone Meal) प्राप्त होता है उसे फॉस्फोरस खाद के रूप में प्रयोग करते हैं। इसमें लगभग 2–3% नाइट्रोजन, 15–20% फॉस्फोरिक अम्ल (P_2O_5) होता है। इस अस्थि चूर्ण में वसीय पदार्थ (Fatty Material) पाये जाते हैं जिसके कारण यह देर से सड़ता है, इस कठिनाई को दूर करने के लिये इस वसीय पदार्थ को वाष्पन विधि द्वारा अलग कर देते हैं। अब इसे पीस दिया जाता है जिसमें लगभग 2% नाइट्रोजन तथा 25% फॉस्फोरस होता है।

(ii) कैल्शियम फास्फेट (Calcium Phosphate)—भूमि सुधार के लिए प्रयुक्त की जाने वाली कृत्रिम खादों में कैल्शियम फास्फेट अधिक महत्वपूर्ण है। फॉस्फेट चट्टानों (Phosphatic rocks) से मुख्यतः सुपर फास्फेट (Super phosphate) तथा ट्रिपिल सुपर फ़ास्फेट (Triple super phosphate) का उत्पादन (Production) किया जाता है।

फास्फोरस (Phosphorus)

प्रकृति में फास्फोरस स्वतन्त्र अवस्था में प्राप्त नहीं होता है। संयुक्त अवस्था में यह फॉस्फेटो (Phosphates) के रूप में पाया जाता है। कुछ खनिज जिनमें फ़ास्फोरस विद्यमान रहता है। निम्नलिखित हैं—

(1) फॉस्फेट रॉक (Phosphate rock) अथवा फास्फोराइट (Phosphorite) → $Ca_3(PO_4)_2$

(2) फ्लोरऐपेटाइट (fluor apatite) $3Ca_3(PO_4)_2\,CaF_2$

(3) वेवीलाइट (Wavellite) $4ACPO_4\,2Al(OH)_3\,H_2O$

(4) क्लोर ऐपेटाइट (chlor apatite) $3Ca_3(PO_4)_2\,CaCl_2$

फास्फोरस पौधों के विकास के लिए आवश्यक तत्व (element) होता है। मिट्टी को उर्वरा युक्त बनाने के लिए इसमें फास्फोटिक खादे (Phosphatic manure) मिलायी जाती है।

फास्फोरस फास्फोरिक अम्ल, अमोनियम फॉस्फेट, कैल्शियम फॉस्फेट, नाइट्रोफॉस्फेट, सोडियम फॉस्फेट आदि का प्रयोग मुख्य रूप से उर्वरक (fertilizers) बनाने में किया जाता है।

Scanned with CamScanner

भारत में फॉस्फोरस उद्योग का प्रयोग उर्वरक बनाने में किया जाता है।

रसायनिक अभिक्रियायें (Chemical Reaction)

रसायनिक अभिक्रियायें निम्न प्रकार हैं—

(1). $2Ca_3(PO_4)_2 + 10C + 6SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{yellow phosphorous}}{P_4} + 6CaSiO_3 + 10CO$

(2) $\underset{\text{Yellow Phosphrous}}{P_4} \xrightarrow{250-450^\circ C} \underset{\text{Red Phosphorous}}{P_4}$

कच्चा पदार्थ (Raw Material)

फास्फोरस के निर्माण में निम्नलिखित कच्चे माल की आवश्यकता होती है—

(1) फॉस्फेट रॉक (Phosphate rock)

(2) कोक (coke) उपचायक के रुप में

(3) बालू (sand) → गालक (flux) के रुप में

प्रक्रिया वर्णन (Process Description)

सर्वप्रथम फॉस्फेट रॉक को पीसकर महीन चूर्ण बना लिया जाता है। इस महीन चूर्ण (Powder) से कार्बन द्वारा उच्च ताप पर गर्म किया जाता है। जिससे फॉस्फोरस (P_4) तथा कार्बन मोनो आक्साइड (CO) की वाष्प (vapour) भी बाहर निकलती है। Sintering operation के द्वारा कणों (Particles) के आकार को समायोजित (maintain) कर लेते हैं। कोक ब्रिज (coke Breeze) तथा बालू (sand) को परस्पर मिश्रित कर लिया जाता है। अब फास्फेट रॉक, कार्बन तथा सिलिका के सूक्ष्म कणों को विद्युत भट्टी (electric furnance) में भेजते हैं। विद्युत भट्टी 250-300 Volt पर कार्य करती है तथा यह थ्री फेज डिजाइन (three phase design) की गयी होती तथा विद्युत भट्टी के दोनों सिरों पर 100-150 cm diameter के carbon electrode लगे रहते हैं। उपर्युक्त अभिक्रिया मिश्रण को दोनों इलेक्ट्रोडों के मध्य में होता है तो विद्युत धारा प्रवाहित करते हैं तथा मिश्रण का ताप 1150°C हो जाता है। इस अवस्था में आसवन (distillation) प्रारम्भ हो जाता है तथा फॉस्फेट अपघटन 1400°-1500°C ताप पर चूर्ण होकर तत्वीय फॉस्फोरस (elemental Phosphorous) में परिवर्तित होता है।

अवरोध कैल्शियम सिलिकेट 1250°C पर पिघलता (melt) हो जाता है तथा जब ताप (temperature) 1400°C हो जाता है तो यह एक द्रव धातु मल (molten slag) का निर्माण करता है। द्रव पीला-फास्फोरस (Liquid yellow phospherous) को जल में एकत्रित कर लिया जाता है। कार्बन मोनोआक्साइड का उपयोग ईंधन (Fuel) के रूप में करते है तथा फास्फेट मिश्रण को पुनः शाफ्ट (shaft) द्वारा विद्युत भट्टी (electric furnance) में डालते हैं। द्रव धातु मल को विद्युत भट्टी के नीचे से निकाल कर ठण्डा कर लिया जाता है। इसके पश्चात् इसका प्रयोग road bed gravel, soil liming तथा glass manufacture के लिए करते हैं।

Scanned with CamScanner

फास्फोरस के गुण (Properties of Phosphorus)

(1) सफेद फॉस्फोरस एक नरम ठोस (soft solid) होता है।

(2) यह रंगहीन (colourless) होता है परन्तु प्रकाश (light) के प्रभाव से इसका रंग पीला (yellow) पड़ जाता है।

(3) इसमें लहसुन (garlic) जैसी गन्ध आती है। इसका गलनांक (M.P) 44.1°C तथा क्वथनांक (B.P) 280°C होता है।

(4) यह जल में अविलेय (insoluble) तथा कार्बनिक विलायकों (organic solvent) में विलेय (solute) है।

(5) फॉस्फोरस 287°C पर रंगहीन वाष्पों सहित उबलता है।

(6) फॉस्फोरस ज्वलनशील होता है तथा यह 45°C पर जल उबलता है। इसलिए इसे जल में रखा जाता है।

(7) अंधकार में हरी दीप्ति (green flouroscence) उत्पन्न करता है क्योंकि इसका ऑक्सीकरण कम (slow oxidation) होता है।

फॉस्फोरस के उपयोग (Uses of Phosphorous)

(1) इसका प्रयोग उर्वरक के रूप में किया जाता है।

(2) लाल फॉस्फोरस तथा फॉस्फोरस ट्राइसल्फाइड (P_2S_3) का प्रयोग दियासलाई (matches) बनाने में करते हैं।

(3) मिश्र धातु फॉस्फर ब्रान्ज (Phosphorous Branze) बनाने में।

(4) कैल्शियम सल्फाइड का प्रयोग होम्ज संकेत (Home's signals) बनाने में जिसका उपयोग समुद्री जहाजों को संकेत देने में किया जाता है।

Imp फास्फोरिक अम्ल (Phosphoric Acid H_3PO_4)

फास्फोरिक अम्ल का उपयोग अधिकतर उर्वरक उद्योग के अतिरिक्त साबुन तथा अपमार्जक उद्योग (soap and detergents) उद्योग में भी होता है।

प्रयुक्त कच्चे पदार्थ (Used Raw Material)

फास्फोरिक अम्ल के निर्माण में मुख्य पदार्थ फास्फेटी चट्टान तथा सल्फ्यूरिक अम्ल का प्रयोग किया जाता है। इसे आर्द्र विधि (wet process) द्वारा बनाया जाता है।

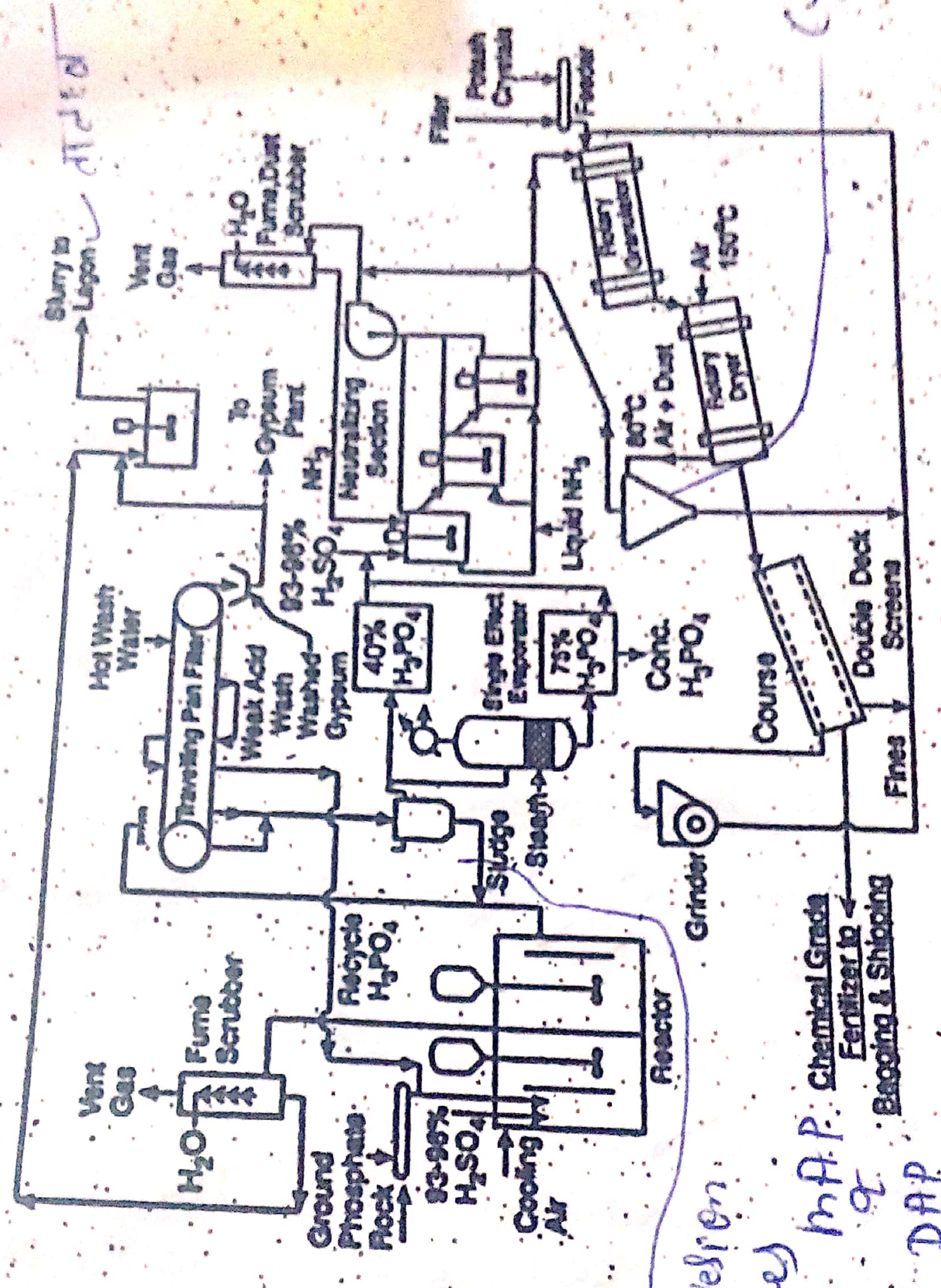
रासायनिक अभिक्रियायें (Chemical Reactions)

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 + 6H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4 + 3\,\underset{\text{Gypsum}}{(CaSO_4.2H_2O)}$$

प्रक्रिया वर्णन (Process Description)

सर्वप्रथम सल्फ्यूरिक अम्ल तथा फास्फेट रॉक को रियेक्टर (reactor) में लेकर अभिक्रिया करायी जाती है जिससे फास्फोरिक अम्ल तथा जिप्सम (Gypsum) प्राप्त होता

Scanned with CamScanner



चित्र 2.6 फॉस्फेट रॉक द्वारा प्रबल अम्ल से फास्फोरिक अम्ल का उत्पादन (Production of phosphoric acid and chemical fertilizer from phosphate rock by strong acid process).

Scanned with CamScanner

है। फिर पाम क्रिस्टलों को फिल्टर कर लेना चाहिए। अभिक्रिया का रिटेन्शन समय (retention time) 1.5 से 12 h होती है। अभिक्रिया को निर्वात कूलर (vacuum cooler) लगाकर ठण्डा किया जाता है। यह अभिक्रिया लगातार (continuous) चलती रहती है। गैस तथा धूल (Dust) को पानी द्वारा गुजारा जाता है। गैस को Exhaust करके बाहर निकाल दिया जाता है Dust तथा अन्य पदार्थों को वायुमण्डल (atmosphere) में नहीं जाने दिया जाता है। इन्हें व्यर्थ पदार्थ (waste material) के रूप में प्राप्त कर लिया जाता है। Phosphoric acid तथा Gypsum को Pan filter से filler कर लेते हैं। Gypsum pan पर एकत्रित हो जाता है। जिप्सम को धोकर एकत्रित कर लिया जाता है। 30% P_2O_5 जो विलयन के रूप में होता है उसे vacuum evaporator द्वारा इसकी सान्द्रता 54% कर ली जाती है। इसके साथ आयी अन्य गैसें तथा व्यर्थ पदार्थ जल से गुजारकर (Pass) कर gas exust कर लेते हैं।

फास्फोरिक अम्ल के गुण (Physical properties of Phosphoric acid)

(1) यह एक रंगहीन, जल ग्राही (Hygroscopic) तथा क्रिस्टलीय (Crystalline) यौगिक है।

(2) इस गलनांक (Melting point) 42.4°C तथा क्वथनांक 213°C है।

(3) इसका 20°C पर घनत्व (density) 1.83 gm/cc है।

(4) जल में पूर्ण रूप से विलेय है।

(5) यह अवाष्पशील द्रव (Non-volatile liquid) है।

(6) यह त्रिक्षारकी अम्ल (Tribasic acid) होता है।

इसके उपयोग निम्न प्रकार हैं—

(1) फॉस्फेटी उर्वरकों (fertilizers) के निर्माण में।

(2) धातुओं के संक्षारण (corrosion) से रक्षण (protection) करने में।

(3) चीनी के बर्तनों पर पॉलिश करने में।

(4) हाइड्रोलाइसिस अभिक्रियाओं (Hydrolysis reaction) में उत्प्रेरक (catalyst) के रूप में।

(5) परिरक्षक के रूप में।

(6) अकार्बनिक विश्लेषण में संकुलन अभिकर्मक (complexing agent) के रूप में करते हैं।

(7) पदार्थों को अग्निसह (fire proof) बनाने में।

रख रखाव अथवा संग्रहण (Storage)

Phosphoric acid का संग्रहण stainless steel के बने रबड़ युक्त टैंक (rubber lined tanker) में करना चाहिए।

Scanned with CamScanner

कैल्शियम सुपर फास्फेट
(Calcium Super Phosphate, $3CaH_4(PO_4)_2 \cdot CaSO_4$)

यह कैल्शियम डाइहाइड्रोजन फास्फेट तथा जिप्सम का मिश्रण (mixture) होता है। इसे सुपर फास्फेट आफ लाइम भी कहते हैं। इसे एपेटाइट ($Ca_3(PO_4)_2 CaF_2$) खनिज पर सल्फ्यूरिक अम्ल (60% से 70% H_2SO_4) की अभिक्रिया द्वारा बनाया जाता है।

$$[Ca_3(PO_4)_2]_3 CaF_2 + 7H_2SO_4 (aq) \longrightarrow 3CaH_4(PO_4)_2 . CaSO_4 + 2HF$$

Apatite (Phosphatic rock) Super phosphate

आजकल बाजारों में जो बिक्री के लिये सुपर फॉस्फेट उपलब्ध है वह भूरे रंग (Grey) का भुरभुरा चूर्ण होता है इसके अतिरिक्त अब स्लेटी रंग का दानेदार के रूप में भी सुपर फॉस्फेट बाजार में मिलने लगा है। यह जल में घुलनशील होता है।

सुपर फॉस्फेट में फॉस्फेटिक अम्ल की प्रतिशत मात्रा इस प्रकार है—

सिंगिल सुपर फॉस्फेट (Single Super Phosphate) 16–20%

डबल सुपर फॉस्फेट (Double Super Phosphate) 32%

ट्रिपिल सुपर फॉस्फेट (Triple Super Phosphate) 46–48%

आजकल हमारे देश में सिंगल सुपर फॉस्फेट सर्वाधिक मात्रा में प्रयोग में लाया जाता है। सुपर फॉस्फेट लगभग सभी प्रकार की भूमियों में प्रयोग किया जा सकता है। परन्तु उदासीन भूमि में इसका प्रयोग सबसे उत्तम माना जाता है। अधिक अम्लीय व क्षारीय भूमियों में इसका प्रयोग करने से सुपर फॉस्फेट स्थिर हो जाता है। इसको विलेय अवस्था में मिलाने पर इसका अधिकांश भाग पौधों के लिये अप्राप्य (None available) हो जाता है।

निर्माण विधि (Process Description)

इसके निर्माण के लिए फास्फेटिक चट्टान तथा 65% से 70% तक सल्फ्यूरिक अम्ल की आवश्यकता होती है क्योंकि सुपर फास्फेट ऑफ लाइम द्वारा 14% से 25% तक फास्फोरस पेण्टा आक्साइड (P_2O_5) प्राप्त हो जाता है।

इसे बनाने के लिए ईंटों से बना कक्ष होता है, जिसमें लैड का अस्तर (Lead lining) लगा होता है, में 60% से 70% सल्फ्यूरिक अम्ल भरा रहता है। तथा सूक्ष्म विभाजित खनिज फास्फेट (एपेटाइट) को ऊपर से मिलाया जाता है तथा मिश्रण को अच्छी प्रकार से हिलाते हैं। अभिक्रिया के मध्य SiF_4 तथा HF (Hydroflouric gases) गैसें निकलती हैं। यह गैसें अत्यधिक हानिकारक होती हैं तथा इसमें कार्य करने वाले मजदूरों के लिए जी मिचलाने वाली होती हैं।

मशीनों का उपयोग करके इस प्राचीन कक्ष को डेन्स (dens) में स्थानान्तरित कर दिया जाता है। सूक्ष्म विभाजित फास्फेट चट्टान को सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल की आकलित (calculated) मात्रा को बेलनाकार मिश्रक (Blender) में मिलाया जाता है। मशीन द्वारा दोनों पदार्थों को मिलाया जाता है और फिर इसे डेन्स (Dens) में वाल्वों (valve) द्वारा

Scanned with CamScanner

से लाया जाता है यहाँ इसे 24 घण्टे के लिए छोड़ दिया जाता है। अभिक्रिया मिश्रक (Blender) में ही प्रारम्भ हो जाती है डेन (den) चलती रहती है तथा तापक्रम बढ़कर 120°C तक हो जाता है।

SiF_4 तथा HF अम्ल धूम जल में शोषित होकर H_2SiF_6 का निर्माण करते हैं। अभिक्रियायें निम्न प्रकार होती हैं—

$$4HF + SiO_2 \longrightarrow SiF_4 + 2H_2O$$

$$3SiF_4 + 2H_2O \longrightarrow 2H_2SiF_4 + SiO_2$$

$$H_2SiF_4 + NaCl \longrightarrow Na_2SiF_4 + 2HCl$$

गुण (Properties)

(1) Calcium superphosphate में 4% मुक्त फास्फोरिक अम्ल होता है।

(2) इसकी Bulk capacity 961.1 kg/m^3 होती है।

(3) इसकी क्रान्तिक आर्द्रता (critical humidity) 30°C पर 93.7°C होती है।

रख रखाव अथवा संग्रहण (Handing or Storage)

(1) यह free flowing powder नहीं होता है इसमें केक (cake) बनाने की क्षमता (tendency) पायी जाती है।

(2) इसका भण्डारण high density polyethylene begs में करना चाहिए।

Imp. ट्रिपिल सुपर फॉस्फेट (Triple Super Phosphate)

ट्रिपिल सुपर फास्फेट (TSP), फास्फोरस का उत्तम स्रोत है। इसमें 42–50% तक फास्फोरस (Phosphorus) होता है।

प्रयुक्त कच्चा माल (Used Raw Material)

ट्रिपिल सुपर फॉस्फेट के उत्पादन के लिए फास्फेटिक चट्टान (Phosphatic rock) तथा फास्फोरिक अम्ल (Phosphoric acid) की आवश्यकता होती है।

रासायनिक अभिक्रियायें (Chemical Reactions)

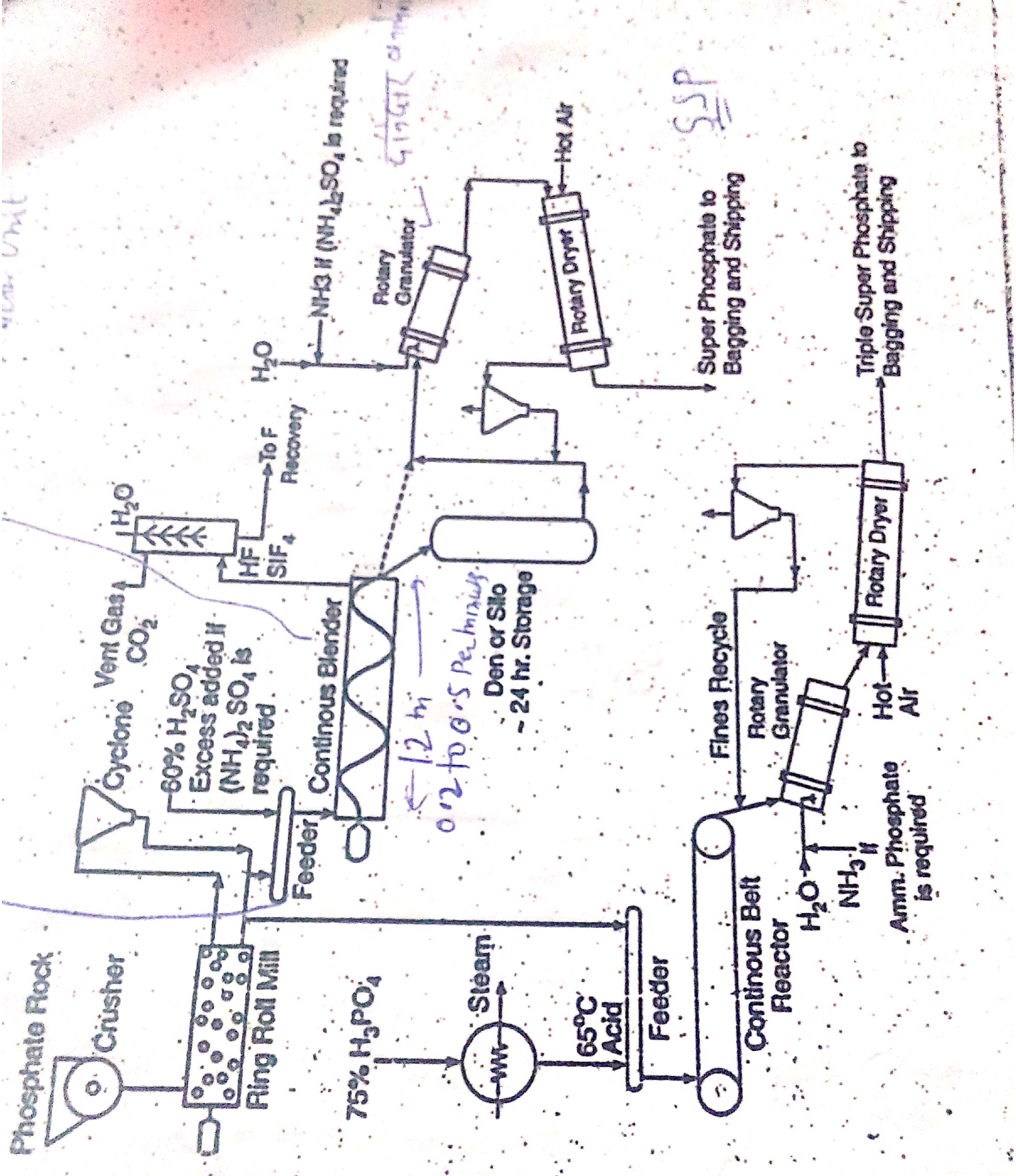
फास्फेटिक चट्टानों अर्थात् एपेटाइट पर 65% से 70% आर्यो फास्फोरिक अम्ल की अभिक्रिया कराने से ट्रिपिल सुपर फॉस्फेट का निर्माण होता है।

$$\underset{\text{Phosphate rock}}{[Ca_3(PO_4)_2]_3 . CaF_2} + 14H_3PO_4 \longrightarrow \underset{\text{Triple super phosphate}}{10CaH_4 . (PO_4)_2} + 2HF$$

प्रक्रिया वर्णन (Process Description)

TVAC (Tennessee Valley Authority) सतत कणिकामय ट्रिपिल सुपर फास्फेट का उत्पादन का flow diagram निम्न प्रकार है।

इसमें Pulverised phosphate rock तथा Phosphoric acid को two stage reactor में मिलाया जाता है। Slurry को Granulator में स्प्रे (Spray) करते हैं।



चित्र 2.7. ट्रिपिल सुपर फॉस्फेट उर्वरक के निर्माण का रेखाचित्र

(Flow Diagram of Triple super phosphate fertilizers production).

Scanned with CamScanner

…Granulator, पुनः चक्रीकृत कर TSP को granules form में परिवर्तित कर देता है। …Granulator से प्राप्त पदार्थ को सुखाकर, स्क्रीन तथा ओवरसाइड के क्रिस्टलों को क्रशर (crusher) में डालकर recycle कर लिया जाता है जो उत्पाद, सही आकार का होता है …से cooler से cool करके एकत्रित कर लिया जाता है। तथा exhaust gas को Granulator से बाहर निकाल लिया जाता है तथा cooler को जल से स्क्रब (scrubbed) करके silicofluoride को दूर कर दिया जाता है।

…ुण (Properties)

(1) ट्रिपिल सुपर फॉस्फेट जल में विलेय (water soluble) होता है।

(2) इसकी bulk density 800 – 881 kg/m^3 तथा Angle of repose 45° होता है।

रख-रखाव (Handling)

(1) इसमें केक बनाने की प्रकृति (tendency) पायी जाती है।

(2) इसको High density polyethylene lined begs में एकत्रित करना चाहिए।

ट्रिपिल सुपर फॉस्फेट का निर्माण नंगल (पंजाब), राउरकेला (उड़ीसा), सिंदरी (बिहार) तथा ट्राम्बे (महाराष्ट्र) आदि स्थानों पर किया जाता है।

नाइट्रोफास्फेट (Nitrophosphate)

नाइट्रोफास्फेट अमोनियम नाइट्रेट तथा विभिन्न फास्फेटों का मिश्रण (Mixture) होता है।

नाइट्रोफास्फेट को फास्फेट रॉक (Phosphate–rock) अथवा फास्फोराइट (Phosphorite) पर नाइट्रिक अम्ल अथवा सल्फ्यूरिक अम्ल द्वारा बनाया जाता है। इस विधि द्वारा इस उर्वरक (fertilizers) को यूरोप में बनाया जाता है।

नाइट्रोजन तथा फास्फोरस तत्व होने के कारण यह एक अच्छा उर्वरक (fertilizer) माना जाता है।

रासायनिक अभिक्रियायें (Chemical Reactions)

नाइट्रोफास्फेट के निर्माण में निम्न अभिक्रियायें होती हैं—

(i) Nitric Acid Digestion—Ammonia Neutralisation

$$Ca_3(PO_4)_2 + 6HNO_3 + 4NH_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + 2CaHPO_4 + 4NH_4NO_3$$

(ii) Nitric Acid – Sulphuric Digestion – Ammonia Neutralization

$$Ca_3(PO_4)_2 + 6HNO_3 + 6NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow 2CaHPO_4 + 6NH_4NO_3 + CaSO_4$$

(iii) Conversion to Monocalcium phosphate

$$2CaHPO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{Water soluble}}{Ca(H_2PO)_2} + CaSO_4$$

Scanned with CamScanner

(iv) Carbonitric Process

$$Ca_3(PO_4)_2 + 6HNO_3 + 6NH_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow 2CaHPO_4 + 6NH_4NO_3 + CaCO_3$$

विधि वर्णन (Process Description)

नाइट्रो फॉस्फेट का निर्माण आर्द्र विधि (wet process) द्वारा होता है। इसमें फास्फेटी चट्टान (Phosphate rock) को छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़कर नाइट्रिक अम्ल (Nitric acid) की उचित मात्रा के साथ मिलाया जाता है। नाइट्रिक अम्ल की सान्द्रता (strength) 25–40% होती है। पाचक गारे (Digested slurry) को अमोनियामय टैंक (ammoniating tank) में प्रवेशित करते है। इस टैंक में सभी रासायनिक अभिक्रियायें पूर्ण होती हैं। स्लरी (slurry) को कणिकामय (granuated) बनाया जाता है तथा घूर्णन उपकरण (rotatory equipment) में सूखने (dried) के लिए भेज दिया जाता है।

मुख्य अभियान्त्रिकी समस्याएँ (Major Engineering Problems)

(1) कैल्सियम नाइट्रेट को दूर करना (Removal of calcium nitrate)—कैल्सियम नाइट्रेट ($Ca(NO_3)_2$) अत्यधिक आर्द्रताग्राही (hygroscopic) होता है तथा यह वायुमण्डल के सम्पर्क में आने पर फूल (lump) जाता है। अतः कैल्शियम नाइट्रेट को डाइजेस्टिड लिकर (digested liquor) से क्रिस्टलन द्वारा ठण्डा कर दूर किया जा सकता है।

(2) संक्षारण (Corrosion)—Digestion तथा neutralisation के समय HNO_3 के द्वारा संक्षारित होने की सम्भावना बनी रहती है।

पोटाश उर्वरक (Potassic Fertilizers)

पोटाश उर्वरक पोटेशियम का नमकीन लवण होता है। यह मुख्यतः क्लोराइड और सल्फेट के रूप में ही प्रयोग किया जाता है। भारतीय भूमियों में पोटाश तत्व की कमी नहीं है।

सभी उर्वरक पानी में घुलनशील होते हैं। पोटाश पौधों में संश्लेषण क्रिया उत्पन्न करती है तथा पौधों में तैयार पोषक तत्वों को एक अंग से दूसरे अंग तक पहुंचाने में सहायता करती है। पोटाश पौधों में पर्णहरित (Chlorophyll) उत्पन्न करने के लिये भी आवश्यक है। पोटाश के प्रयोग से पौधों में रोगों का मुकाबला करने की क्षमता उत्पन्न होती है और पौधे बहुत से रोगों से बच जाते हैं। पोटेशियम सल्फेट तथा पोटेशियम क्लोराइड मुख्य उर्वरक हैं—

(i) पोटेशियम सल्फेट (K_2SO_4)—यह काइनाइट पदार्थ से तैयार किया जाता है। पोटेशियम क्लोराइड और सोडियम सल्फेट की प्रतिक्रिया से भी पोटेशियम सल्फेट तैयार होता है। पोटेशियम सल्फेट में पोटाश की मात्रा 48-52% होती है। यह महीन चूर्ण के रूप में सफेद रवेदार लवण होता है। यह भी पानी में पूर्ण रूप से विलेय है।

(ii) पोटेशियम क्लोराइड अथवा म्यूरेट आफ पोटाश (Potassium Chloride)—इस उर्वरक में पोटेशियम क्लोरीन के साथ होता है। इसमें 60-62% पोटाश होता है। इसके

Scanned with CamScanner

छोटे-छोटे कण धूसर, गुलाबी रंग के होते हैं। यह पानी में घुलनशील है, परन्तु यह भूमि से निक्षालन द्वारा नष्ट नहीं होता है क्योंकि यह मृदा कणों द्वारा रोक लिया जाता है। इसमें से सम्पूर्ण पोटाश पानी में घुलकर पौधों को शीघ्र मिल जाती है। यह सस्ता है और इसकी अन्य उर्वरकों से खपत भी अधिक है।

यौगिक उर्वरक अथवा नाइट्रोजन फास्फोरस तथा पौटेशियम उर्वरक (Compound Fertilizers or N-P-K Fertilizer)

हमारे देश में फसलों में नाइट्रोजन (N), फास्फोरस (P_2O_5), पोटाश (K_2O) तीनों ही महत्वपूर्ण तत्व हैं तथा फसलों द्वारा ये तीनों तत्व बहुत बड़ी मात्रा में प्रयोग होते हैं। ये तीनों ही फसलों के लिये प्रमुख पोषक तत्वों में माने जाते हैं। इनकी हमारी भूमियों में प्रायः कमी पायी जाती है। अतः इन पोषक तत्वों के सान्द्रित उर्वरक (Concentrate fertilizers) तैयार किये जाते हैं और भूमि की उर्वरता बढ़ाने के उद्देश्य से उन्हें मिट्टी में मिलाया जाता है। इन उर्वरकों में से कुछ तो ऐसे होते हैं जिनसे केवल एक ही पोषक तत्व प्राप्त होता है और इनमें से कुछ ऐसे होते हैं जिनमें एक से अधिक पोषक तत्व पाये जाते हैं। अतः उनमें पाये जाने वाले पोषक तत्वों के अनुसार उन्हें नाइट्रोजन (N), नाइट्रोजन फास्फोरस (NP), नाइट्रोजन पोटाश (NK), फास्फोरस पोटाश (PK) और नाइट्रोजन फास्फोरस पोटाश (NPK) नामों से पुकारते हैं। जिन उर्वरकों में केवल एक पोषक तत्व होता है उन्हें सरल उर्वरक (Simple Fertilizers) कहते हैं। इसके अतिरिक्त जिन उर्वरकों में एक से अधिक पोषक तत्व होते हैं उन्हें यौगिक उर्वरक (Compound fertilizers) के नाम से जानते हैं। इन उर्वरकों को Agro Chemicals Goa तथा Spic अधिक मात्रा में निर्मित करते हैं। भारत में यौगिक उर्वरक (compound fertilizers) का प्रयोग दिन प्रतिदिन बढ़ता जा रहा है।

प्रश्नावली

1. उर्वरक से आप क्या समझते हैं?
2. पौधों की वृद्धि के लिए किन आवश्यक तत्वों की आवश्यकता होती है?
3. एक अच्छे उर्वरक की विशेषता बताइए।
4. अमोनिया का निर्माण किस प्रकार किया जाता है? अमोनिया के निर्माण में प्रयुक्त रेखाचित्र का वर्णन कीजिए।
5. अमोनियम सल्फेट को जिप्सम विधि द्वारा किस प्रकार बनाते हैं?
6. यूरिया का निर्माण किस प्रकार किया जाता है? यूरिया के उपयोगों का वर्णन कीजिए।
7. प्रकृति में फास्फोरस किस अवस्था में मिलता है? फास्फोरस के गुण एवं उपयोगों का वर्णन कीजिए।
8. ट्रिपिल सुपर फॉस्फेट के निर्माण का वर्णन कीजिए तथा इसके रेखाचित्र बनाइए।

Scanned with CamScanner