

Проблемна лекція з використанням презентації “Загальна характеристика відходів”

План

Вступ

1. Загальна характеристика відходів промисловості
2. Класифікація відходів промисловості
3. Розробка маловідходних і безвідходних технологій і методів комплексного використання відходів промисловості
4. Металургія
5. Паливно-енергетичний комплекс
6. Хімічний комплекс

Висновок

Вступ

Наука і техніка початку третього тисячоліття розвивається в темпах геометричної прогресії, не є винятком і промисловість як одна з найбільш масштабних сфер діяльності людини. Подібного роду тенденція поширилася по всьому світу і вже захопила країни, які розвиваються, у минулому слаборозвинені. Україна має досить потужний промисловий потенціал, що дістався їй у спадок від Радянського Союзу, після розпаду якого до цих пір промисловість нашої країни не оговталася в повній мірі. У зв'язку з недосконалістю технологічних процесів на даному етапі неминучий негативний вплив промисловості на навколишнє середовище, промислових відходів як компонента даного впливу. Щорічно у всьому світі і в нашій країні мільйони тон твердих, пастоподібних, рідких, газоподібних відходів надходить у біосферу, завдаючи тим самим непоправної шкоди як живій, так і неживій природі. У глобальних масштабах змінюється кругообіг води і газовий баланс в атмосфері. Величезна кількість видів живих істот піддаються впливу небезпечних речовин, в тому числі на генетичному рівні, звідси випливають поразки цілого ряду поколінь організмів, а може і множини. Стало очевидним, що і люди не застраховані від плодів своєї безпечності та недбалого ставлення до природи. Так, лише по закінченню кілька десятиліть після створення великих промислових вузлів, на яких проводився недостатньо або не проводився зовсім контроль над викидами токсичних відходів в біосферу, в околицях стали з'являтися на світ діти з очевидними мутаціями. Якщо люди в змозі подбати про себе, тварини і рослини самі на це не здатні, тому необхідно ретельно стежити за розвитком і життєдіяльністю організмів в зонах прямого і непрямого впливу промислових підприємств та суміжних з ними об'єктів. Незважаючи на давність і багатого числа досліджень в області екологічно чистого виробництва, проблема утилізації та переробки промислових відходів залишається актуальною досі.

Тому хотілося б провести невеличку екскурсію яка має назву «Відходи великого міста. Їх збирання, знешкодження і переробка».

1. Загальна характеристика відходів промисловості

Негативний вплив промисловості виражається у впливі на конкретні частини природи і на біосферу в цілому відходів від процесів видобутку та переробки природних ресурсів. Відходи виробництва і споживання є джерелом антропогенного забруднення навколишнього середовища в глобальному масштабі і виникають як неминучий результат споживацького ставлення і недозволено низького коефіцієнта використання ресурсів.

2. Класифікація відходів промисловості

Промвідходи найчастіше є хімічно неоднорідними, складними полікомпонентними сумішами речовин, з різними хіміко-фізичними властивостями, представляють токсичну, хімічну, біологічну, корозійну, вогне- і вибухонебезпечність. Існує класифікація відходів за їх хімічної природи, технологічними ознаками утворення, можливості подальшої переробки та використання. У нашій країні шкідливі речовини характеризуються за чотирма класами небезпеки, від чого залежать витрати на переробку та захоронення.

1. *Надзвичайно небезпечні.* Відходи, що містять ртуть та її сполуки, в тому числі сулему, хромовоокислий і ціаністий калій, сполуки сурми, в тому числі трьоххлорну сурму, бенз-а-пірен.

2. *Високо-небезпечні.* Відходи, що містять хлористу мідь, сульфат міді, щавлевоокислу мідь, триокисну сурму, сполуки свинцю.

4. *Малонебезпечні.* Відходи, що містять сульфат магнію, фосфати, сполуки цинку, відходи збагачення корисних копалин флотаційним способом із застосуванням амінів.

У промислово розвинених країнах частка витрат на реалізацію екологічних способів виробництва від вартості кінцевої продукції 30 - 50%. У нашій країні до цих пір економіка промислового виробництва недостатньо враховує або не враховує зовсім збитки від деградації природного середовища, собівартість продукції визначається без урахування вартості природи.

Цікаво було б дізнатися скільки відходів утворюється в містах (слайд)?

Яких відходів утворюється більше всього (слайд)?

3. Розробка маловідходних і безвідходних технологій і методів комплексного використання відходів промисловості

Важливість економного та раціонального використання природних ресурсів не потребує обґрунтування. У світі безперервно зростає потреба в сировині, виробництво якої обходиться все дорожче. Будучи міжгалузевою

проблемою, розробка маловідходних і безвідходних технологій і раціональне використання вторинних ресурсів потребує прийняття міжгалузевих рішень. Вторинні матеріали і ресурси (ВМР) - відходи виробництва та споживання, які на даному етапі розвитку науки і техніки можуть бути використані в народному господарстві як на підприємстві, де вони були утворені, так і за його межами. До ВМР не відносяться зворотні відходи виробництва, що використовуються повторно як сировина технологічного процесу, в якому утворюються.

Побічні продукти і відходи - можлива сировина для інших виробництв. Побічні продукти можуть бути запланованими і давати прибуток з їх продажу або використання. Відходи - небажані, але неминучі продукти.

Класифікуються ВМР за наступними критеріями:

1. За галузями промисловості або звідки виходять відходи;
2. За технологічними процесами;
3. За видами ресурсів;
4. За ступенем і можливістю використання;
5. За агрегатним станом.

У залежності від можливості використання ВМР поділяються:

1. Реально можливі до використання, тобто існують ефективні умови переробки та використання;
2. Потенційно можливі до використання, ВМР, використання яких поки економічно і технічно недоцільне.

За джерелами своєї появи існують ВМР :

1. Відходи промислового виробництва та будівництва - залишки сировини, матеріалів або напівфабрикатів, придатні до використання в якості сировини, допоміжних матеріалів або готової продукції;

2. Відходи сфери споживання:

- 1) Відходи засобів виробництва, що втратили непридатність для подальшого використання,

- 2) Відходи предметів споживання - вироби непридатні для використання за призначенням, але потенційно придатні як вторинна сировина,

- 3) Тверді побутові відходи, що утворюються населенням в процесі життєдіяльності і навряд чи мають придатність;

3. Відходи сфери обігу, тобто матеріали, що прийшли в непридатність через необережне транспортування, складування і навантаження-розвантаження.

Крім цього ВМР можуть бути використані в місцях свого утворення або в інших галузях господарства.

Маловідходні та безвідходні технології (МБТ), як правило, орієнтовані на найбільш важливі галузі народного господарства: виробництво та раціональне використання металів, будматеріалів, деревини, корисних копалин. Існує кілька основних напрямків по здійсненню МБТ:

- 1) Створення та впровадження процесів комплексної переробки сировини без утворення відходів;

2) Переробка всіх видів відходів виробництва і споживання з отриманням товарної продукції;

3) Випуск нових видів продукції з урахуванням вимог її повторного використання;

4) Застосування замкнених систем промислового водопостачання з використанням опадів очисних споруд;

5) Організація безвідходних територіально-промислових комплексів та економічних регіонів.

При цьому необхідно дотримуватися ряду умов:

1) самоочевидне використання всіх компонентів тієї чи іншої сировини, які зазвичай не знаходять застосування внаслідок відсутності необхідних виробничих умов та навичок обробки, і зараховуються до відходів;

2) Взаємозв'язок з екологічною ситуацією, в якій реалізуються проекти (викиди в атмосферу, водойми, ґрунт, відчуження орних або придатних для інших цілей земель під поховання або складування);

3) Можливість залучення в господарський оборот ресурсів, що раніше не використовувалися;

4) Застосування однієї або мінімуму прогресивних операцій у загальному технологічному ланцюзі приводить до необхідності переводити всю технологічну систему на новий рівень;

5) Можливість отримання нових матеріалів з необхідними характеристиками;

6) Поліпшення умов праці за рахунок скорочення процесів, супроводжуваних виділенням шкідливих газів і пилу.

7) Усунення шкідливих компонентів в якості проміжних продуктів і каталізаторів.

Багатостороннє і глибоке освоєння безвідходних виробництв - довготривала і копітка справа, яка належить ряду поколінь учених, інженерів, техніків, екологів, економістів, робітників різного профілю та багатьох інших фахівців. Повністю безвідходне виробництво - далека перспектива, але необхідно вже зараз вирішувати це завдання, як на загальноекономічному рівні, так і в окремих галузях господарства.

4. Металургія

Переробка руд чорних і кольорових металів, їх збагачення, лиття, прокат, металообробка - джерело втрат колосальної кількості металів. Завдання комплексного використання сировини в металургії - раціональна повнота вилучення основних і супутніх елементів, утилізація відходів видобутку, збагачення руд без нанесення шкоди навколишньому середовищу. Крім цього металургія є досить земле- і водоемною галуззю. Незважаючи на наявність технологій вилучення цінних попутних компонентів з залізної руди на більшості комплексних родовищ, корисні матеріали скидаються у відвали. Серед цінних компонентів руд чорних металів (Fe, Mn, Cr) зустрічаються W, Ti, Co, Ni, Zn, Cu, рідкісні метали. При збагаченні та обробці руд велику

кількість відходів при відповідній обробці може стати товарними продуктами. Часто в попутно витягуюваній породі (особливо при відкритому способі видобутку) містяться багато нерудних корисних копалин, серед них: крейда, придатна для вапнування ґрунтів і наповнювача при виробництві фарб; сланці для виготовлення щебеню; глини і суглинки - сировина для фаянсової промисловості та виготовлення технічної кераміки, емалей, кольорового скла; кварцові піски для скляної промисловості; мергель, що є сировиною для виготовлення вапна та цементу; граніти і гнейси.

У доменній печі утворюються за рахунок порожньої породи руди і золи коксу шлаки, до складу яких входять CaO , SiO_2 , FeO , MgO , Al_2O_3 , CaS , MnS , FeS , TiO_2 , з'єднання P , в залежності від співвідношення компонентів шлаки можуть бути основні, нейтральні і кислі. При мартенівському способі основні шлаки здатні видаляти в процесі виплавки з металу домішки сірки і фосфору. Шлаки - цінна сировина для будівельної і дорожньо-будівельної галузей. Шлаковий щебінь в 1.5 - 2 рази дешевше природного, шлакова пемза - втричі дешевше керамзиту і вимагає менше питомих витрат. Використання гранульованого шлаку в цементній промисловості збільшує вихід цементу, знижує собівартість і питомі витрати на його виробництво в порівнянні з природною сировиною - цементним клінкером. Застосування шлаків при вторинній переробці металів для розкислення сталі, скорочує витрату дефіцитного феросиліцію. Припустимо навіть застосування металургійних шлаків як абразивного матеріалу для очищення днищ суден. Конвертерні шлаки можуть використовуватися у гідротехнічному будівництві для обсіпання дамб замість ґрунту.

Для відходів з заліза застосовується пряма флотація руди, суха магнітна сепарація, магнітно-флотаційний спосіб.

Використання шлаків зменшує вміст заліза в доменній шихті, знижує продуктивність доменних печей, збільшує витрату коксу.

У всіх металургійних процесах утворюється значна кількість пилу, яку необхідно вловлювати і утилізувати з метою вилучення металів, які містяться в них і підтримки необхідного рівня охорони навколишнього середовища. Для цього застосовуються системи сухого та мокрого пиловловлювання. Основна проблема при уловлюванні металургійного пилу - підвищений вміст цинку і свинцю, які порушують процеси пиловловлювання і власне виплавки. У США Zn і Pb виділяються шляхом збору пилу, що містить крім них залізо, і наступного дроблення так, що більш дрібні частинки складаються в основному з сполук цинку і свинцю, а більші в основному з Fe_2O_3 , що ґрунтується на різній крихкості згаданих з'єднань. У Німеччині для даних цілей використовуються розчини сірчаної, азотної або оцтової кислот, які здатні розчинити майже весь Zn , але при малих його концентраціях розчинитися може і залізо. У Японії поділ Fe - і Zn - вмісних відходів звичайною магнітною сепарацією. У Бельгії і Люксембурзі цинк і свинець із Fe -вмісних відходів виділяються методом флотації та екстракції лужними розчинами. Крім оксидів заліза, свинцю і цинку пил і шлами містять оксиди Mn , Mg , Ca , Cr , Ni , Cd і інших елементів, які можна використовувати.

Особливе місце займають установки уловлювання SO_x і NO_x , тому що цей процес вельми скрутний внаслідок низьких концентрацій даних речовин. Існує досвід використання шламів сірко очистки після мокрої вапняної обробки для меліорації ґрунтів, що збільшує вміст у ґрунті кальцію, магнію, кремнію і зменшує кількість алюмінію, міді, цинку, миш'яку, марганцю. Дія подібного роду добрив не слабшає протягом п'яти років і додає урожай зернових і кормових культур на 25 - 30% (4 - 5 т шламу на 1 га).

Нефелін - один з компонентів апатиту-нефелінових руд, які є сировиною для хімічної промисловості, містить, крім фосфору, алюміній, натрій, калій, титан, залізо, стронцій, рідкісні метали. Нефелін є альтернативою бокситу, сировиною для алюмінієвої промисловості та родовища яких постійно виснажується. З попутних продуктів, які утворюються при переробці нефелінових руд в глинозем, можна виготовляти і вже виробляються содові продукти і цемент. Існують два основних способи переробки нефелінових руд.

Спікально - лужний спосіб. Суть методу полягає у високотемпературному розкладанні нефеліну в присутності CaCO_3 . При цьому в нефелін, що містить глинозем, лугом утворюють алюмінати Na і K, а кремнезем - дикальцієвий силікат. Шляхом подальшої переробки одержуваних продуктів забезпечується отримання глинозему, содо-калієвого розчину, використовуваного для виробництва соди і поташу, і нефелінового шламу - сировини для виробництва цементу.

Гідрохімічний спосіб. Даний метод заснований на автоклавному розкладанні нефеліну концентрованим розчином їдкового лугу в присутності вапна. У результаті утворюються з алюмінатів і силікатів лужні алюмосилікати, які залишаються в осаді. Процес оптимально протікає при 260-300 °C і 3 МПа. Однак гідрохімічний спосіб переробки сировини, що містить нефелін вимагає велику кількість лугу, високої витрати тепла і підвищеного водного балансу.

На шляху до створення екологічної і маловідходної металургії зарубіжними державами був накопичений чималий досвід. У різних країнах світу застосовуються різні методи утилізації та переробки відходів металургії: в автодорожньому та залізничному будівництві, у сільському господарстві в якості добрив, в будівельній промисловості та інших галузях. Безперечно лідерство в цьому належить Японії. При виплавці марганцевих сплавів утворюється велика кількість газів (700 м³/г вуглецевого феромарганцю), частина якого (CO_2) досить ефективно (на 84%) використовується в якості джерела тепла сушіння сирих матеріалів, що дозволяє заощадити до 16 млн. т на рік мазуту. Доменний газ застосовується для виробництва метанолу, етанолу, етиленгліколю, етилену, пропілену, оцтової кислоти, коксовий газ - у виробництві метанолу й аміаку. Яскравим прикладом використання безвідходної технології в нашій країні може служити Пікальовський глиноземний комбінат.

Чому проблему відходів вважають екологічною (слайд)?

5. Паливно-енергетичний комплекс

ПЕК - один з найбільших забруднювачів навколишнього середовища твердими, рідкими і пилоподібними відходами, тому що сам процес виробництва теплової або електричної енергії передбачає спалювання органічного палива з неминучим утворенням токсичних компонентів. Крім цього з відходами видобутку і збагачення палива втрачається велика його кількість.

Існує класифікація на основі літологічного складу відходів видобутку і збагачення вугілля:

- Глинисті (> 50% глин);
- Піщані (> 40% пісковика і кварциту);
- Карбонатні (> 20% карбонатів).

Крім цього відходи різняться за фізико-хімічними та теплофізичними властивостями, за характеристикою органічної речовини. Породи розкриву, що відрізняються високим вмістом мінеральних речовин, можуть бути використані для енергетичних цілей після попереднього збагачення з отриманням кондиційного по зольності продукту. Породи розкриву можуть застосовуватися як закладний матеріал для рекультивації земель, а шахтні - для закладання шахтного простору. Можливе застосування навіть без селективної обробки складають літологічні різниці як сировина для виробництва пористих заповнювачів для легких бетонів, керамічних матеріалів, при будівництві дамб та інших споруд, у будівництві будинків і дамб, в фільтрових установках. Шахтні породи часто містять велику кількість мікроелементів, необхідних для живлення рослин, тому можуть застосовуватися в якості добрив ґрунтів, розбалансування яких відбувається в результаті інтенсифікації і хімізації сільського господарства. Відходи вуглезбагачення, які містять велику кількість горючої маси, можуть бути піддані додатковому збагаченню з отриманням кондиційного по зольності твердого палива або безпосередньо використані для спалювання і газифікації. Можливо спалювання високозольних відходів вуглезбагачення в пиловатому стані на електростанціях, в тому числі на великих, при цьому зменшуються викиди SO_x і NO_x в навколишнє середовище. У деяких зарубіжних країнах знайшли застосування плазмові печі для переплавки легованих відходів і відновної плавки. Для цієї мети розроблені і використовуються різноманітні генератори плазми і дугові плазмові пальники різної потужності, де можливе відновлення руд відходами вуглезбагачення і вироблення певної кількості електроенергії за рахунок газів, що відходять. У результаті гравітаційної сепарації деякого вугілля можна визначити високозольні фракції, в яких містяться ряд мікроелементів (Ag, As, Cd, Mn, Mo, Ni, Pb та інші) в 1.3 - 1.4 рази вище, ніж у вихідному вугіллі. Більша частина мікроелементів може бути залучена з продуктів термічної обробки або збагаченого твердого пального. За допомогою біологічних методів можна витягувати з вугілля та частини вугільних відходів органічну сірку, різні метали (Mn, Ni, Co, Zn, Ca,

Al, Cd) зола, кисень - і азотовмісні сполуки. Очищення вугілля може здійснюватися за 6 діб на 93% при застосуванні термофільних бактерій і 18 діб мезофільними бактеріями.

А тепер давайте згадаємо скільки років будуть розкладатися відходи (слайд), і де ці відходи захоронять (слайд).

6. Хімічний комплекс

З усіх видів мінеральної сировини особливе місце займають агрохімічні руди, що містять фосфор, від яких значною мірою залежить родючість ґрунтів, а з урахуванням виснаження багатої фосфором сировини найважливішою проблемою є ефективно використання корисних компонентів надр і руди.

Значення фосфору в природі у край важливо. Мінеральний фосфор входить до складу кісткової тканини хребетних і зовнішніх скелетів ракоподібних і молюсків. Фосфор присутній в м'яких тканинах рослин і тварин. Фосфоровмісні і органічні сполуки забезпечують перетворення хімічної енергії в механічну енергію м'язових тканин. Цей елемент входить до складу нуклеїнових кислот, що регулюють спадковість і розвиток організмів.

Виробництво фосфорних мінеральних добрив - головна сфера застосування фосфатної сировини. Більш повна виїмка попутних корисних компонентів з фосфоритів і апатитів шляхом флотації, тобто використовувати різну щільність матеріалів щодо щільності води.

Один з найважливіших попутних компонентів апатитових руд - нефеліну.

Ще один мінерал, що має велике значення і що міститься в апатитових рудах - сфен. До складу даної сполуки входить титан (CaTiSiO_4 (O, OH, F)), а диоксид титану - важливий компонент при виробництві лакофарбових виробів. Перспективність сфену як сировини пов'язана з великими запасами цього мінералу в нашій країні (головним чином у Хібінах) і, з урахуванням комплексної переробки апатитових руд, низькою собівартістю TiO_2 , що міститься в них.

В даний час існують різні технологічні системи й способи переробки сфенового концентрату: хлорна; азотнокисла; сірчанокисла; спікання з кухонною сіллю, кремнефторидом, сульфатом амонію. Однак найбільш прийнятною є сірчанокисла технологія, коли як інші методи дуже складні і не отримали промислового розвитку.

У нашій країні і за кордоном проводяться роботи по отриманню з горючих сланців бітумів, масляних антисептиків для деревини, отрутохімікатів, сірки, гіпосульфиту, бензолу, лаків, клеїв, дубителів, шлакової вати, матів для будівельної індустрії і багато чого іншого.

У хімічній промисловості також використовуються відходи виробництва диметилтереоргалату для синтезу алкідних полімерів. Відходи каталізаторів виробництва мономерів використовуються в будівельних лакофарбових

пігментах. Відходи гідроксилвмісних сполук від виробництва ксиліту йдуть на виготовлення простих і складних олігоєфірів - компонентів лакофарбових матеріалів, відходи виробництва меланіну - ПАР-диспергаторів. Каталізатори алкілування бензолу виготовляються з відходів кабельної промисловості, що містять алюміній. Відходи виробництва капролактаму - компоненти мастильних матеріалів або пластифікуючі добавки до бетонних сумішей.

Висновок

Підводячи підсумок всьому вищесказаному, можна сказати, що, незважаючи на тривалість вивчення цієї проблеми, утилізація і переробка відходів промисловості, як і раніше не ведеться на належному рівні. Гострота проблеми, незважаючи на достатню кількість шляхів рішення, визначається збільшенням рівня вмісту і накопичення промислових відходів. Зусилля зарубіжних країн направлені, перш за все, на попередження та мінімізацію утворення відходів, а потім на їх рециркуляцію, вторинне використання і розробку ефективних методів остаточної переробки, знешкодження і остаточного видалення, а поховання лише відходів, що не забруднюють навколишнє середовище. Всі ці заходи, безперечно, зменшують рівень негативного впливу відходів промисловості на природу, але не вирішують проблему прогресуючого їх накопичення в навколишньому середовищі і, отже, наростаючої небезпеки проникнення в біосферу шкідливих речовин під впливом техногенних та природних процесів. Різноманітність продукції, яка за сучасного розвитку науки і техніки може бути безвідходною отримана і спожита, досить обмежена, досяжна тільки ряду технологічних ланцюгів і тільки високорентабельними галузями і виробничими об'єднаннями.

Незважаючи на тривалу орієнтацію промисловості нашої країни на ресурсозберігаючі технології, відображало це скоріше економічні цілі виробництва, ніж запобігання шкідливого впливу на природу. Раніше вважалося перспективним способом зниження забруднення навколишнього середовища спалювання токсичних побутових і промислових відходів, при якому виключення забруднення навколишнього середовища високотоксичними речовинами, можливо тільки на вкрай спеціальних дорогих заводах, що не окупають в результаті своєї діяльності витрати на будівництво та експлуатацію.

Багатостороннє і глибоке вирішення проблеми утилізації та переробки промислових відходів - тривалий і копіткий процес, яким належить займатися ряду поколінь учених, інженерів, техніків, екологів, економістів, робітників різного профілю та багатьох інших фахівців.

Проблемне запитання: Чи є вихід із ситуації, яка склалася з відходами?

Так, поки ще є. Необхідно навчитися розуміти закони природи і рахуватися з ними. У природі немає нічого безмежного, все доцільне і взаємозалежне.

Установка очисних приладів, газо - і пиловловлювачів дуже дорога, не всі заводи можуть дозволити собі їх придбати, або знайти кошти на реконструкцію діючих установок. Слід ширше впроваджувати маловідходні та безвідходні технології, використовувати екологічно чисті види палива, на автомобільному транспорті важливо поліпшувати якість палива і двигунів, ширше застосовувати дизельні двигуни та ін. На багатьох підприємствах тим чи іншим методом вловлюється до 90% пилу і газів.

Сприятливий вплив на екологічну обстановку Запоріжжя надає велика кількість зелених насаджень та водних просторів. У місті розташовані 11 парків - пам'яток садово-паркового мистецтва, заказник "Дніпровські пороги", багато скверів. У зелений наряд одягнені бульвари, вулиці, набережні. В цілому площа зелених насаджень, включаючи прилеглі до міста зелені масиви, становить до 60% загальної території міста.

На завершення екскурсії кожен дасть відповідь на наступні запитання (слайд) і потім порівняємо відповіді з тими, які пропонує помічник (слайд).

Питання для самоконтролю

1. Які речовини називають відходами виробництва?
2. Що називають відходами споживання?
3. Як класифікують відходи за можливості використання?
4. Охарактеризуйте класифікацію відходів за небезпекою.
5. Охарактеризуйте розробку маловідходних і безвідходних технологій використання відходів промисловості.
6. Відходи металургії.
7. Утилізація відходів паливно-енергетичного комплексу.
8. Використання відходів хімічного комплексу.

Список використаної літератури

1. Байкулатова К.Ш. Вторичное сырье - эффективный резерв материальных ресурсов. – Алма-Ата: Казахстан, 1982. – 152 с.
2. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. – М.: Химия, 1990. – С. 875
3. Вредные вещества в промышленности. – Л.: Химия, 1967. – С. 365
4. Глоба В.Н., Яковлев Е.И., Борисов В.В. Строительство и эксплуатация подземных хранилищ. – К.: Будивельник, 1985. – 879 с.
5. Дмитриев В.И., Коршунов Н.Н., Соловьев Н.И. Термическое обезвреживание отходов хлорорганических производств // Химическая технология. – 1996. – №5. – С.456.
6. Равич Б.М., Окладников В.П., Лыгач В.Н. Комплексное использование сырья и отходов. – М.: Химия, 1988. – 523 с.
7. Крапивина С.А. Плазмохимические технологические процессы. - Л.: Химия, 1981. – 150 с.

8. Ласкорин Б.Ч. Безотходные технологии переработки минерального сырья. – М.: Недра, 1984. – 420 с.

9. Литвинов В.К., Дмитриев С.А., Киярв Ч.А. Плазменная шахтная печь для переработки радиоактивных отходов средней и низкой активности. – Магнитогорск: НПО "Радон", 1993. – 238 с.