Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Навчально-науковий інститут цивільного захисту

Кафедра екологічної безпеки

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

екологічної безпеки

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В. Попович

“\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ року

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

**БАКАЛАВРА**

на тему: «Шляхи використання та перспективні методи утилізації фосфогіпсу (на прикладі Роздільського ДГХП «Сірка»)»

Виконала:

студентка 4 курсу, групи ЕК-41

напрямку підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

(шифр і назва спеціальності)

Дацків О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Кочмар І.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Сабадаш В.В.

(прізвище та ініціали)

Львів – 2018

# АНОТАЦІЯ

Дацків О.В. «Шляхи використання та перспективні методи утилізації фосфогіпсу (на прикладі Роздільського ДГХП «Сірка»)». Дипломна робота за напрямком підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» складається з текстової частини, що містить 3 розділи, 49 с., 9 рис., 6 табл., 31 літературе джерело.

Об’єкт – відходи виробництва екстракційної фосфорної кислоти – фосфогіпс на Роздільському ДГХП «Сірка».

Мета роботи – аналіз стану навколишнього середовища в зоні впливу відвалів фосфогіпсу та оцінка найбільш перспективних методів їх використання.

Методи дослідження: аналіз теоретичної та наукової літератури, статей, інформації з офіційних сайтів, порівняльний та описовий методи.

Проаналізовано утворення відходів виробництва екстракційної фосфорної кислоти. Охарактеризовано діяльність Роздільського ДГХП «Сірка» та основні відходи, які складуються та зберігаються на його території, в основному – фосфогіпс. Здійснено літературний огляд стосовно екологічного стану в зоні впливу відвалів фосфогіпсу. Запропоновано найоптимальнішу схему поводження з фосфогіпсом, я саме його використання в якості гіпсового в’яжучого.

РОЗДІЛЬСЬКЕ ДГХП «СІРКА», ФОСФОРНА КИСЛОТА, ВІДХОДИ ВИРОБНИЦТВА, НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ФОСФОГІПС, ПЕРЕРОБКА, УТИЛІЗАЦІЯ.

**ЗМІСТ**

|  |  |
| --- | --- |
| ВСТУП…………………………………………………………………………… | 6 |
| РОЗДІЛ 1. ФОСФОГІПС ЯК ВІДХОДИ ВИРОБНИЦТВА ЕКСТРАКЦІЙНОЇ ФОСФОРНОЇ КИСЛОТИ…………………………... | 9 |
| * 1. Технологія виробництва екстракційної фосфорної кислоти……..... | 9 |
| * 1. Відходи виробництва екстракційної фосфорної кислоти……………..… | 12 |
| РОЗДІЛ 2. РОЗДІЛЬСЬКЕ ДГХП «СІРКА» ТА ВПЛИВ ВІДВАЛІВ ФОСФОГІПСУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ………... | 14 |
| * 1. Діяльність Роздільського державного гірничо-хімічного підприємство «Сірка»……..……………………………………………………………….. | 14 |
| * 1. Відвали фосфогіпсу на Роздільському ДГХП «Сірка»…………….……. | 17 |
| * 1. Екологічна небезпека накопичення фосфогіпсу в відкритих відвалах… | 18 |
| 2.3.1. Вплив діяльності підприємства та відвалів фосфогіпсу на ґрунти…………………………………………………………………….…. | 21 |
| 2.3.2. Вплив діяльності підприємства та відвалів фосфогіпсу на водні об’єкти………………………………………………………………………. | 24 |
| * 1. Рекультивація земель на території підприємства……………..…………. | 26 |
| * 1. Проблеми використання фосфогіпсу…………………………….…….…. | 28 |
| РОЗДІЛ 3.ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ ТА МЕТОДИ УТИЛІЗАЦІЇ ФОСФОГІПСУ…………………………………………………….………….…. | 29 |
| 3.1. Основні напрямки використання фосфогіпсу…………………………….. | 29 |
| 3.2. Використання фосфогіпсу в сільському господарстві…………………… | 30 |
| 3.3. Використання фосфогіпсу у дорожньому будівництві…………………... | 33 |
| 3.4. Використання фосфогіпсу в цементній промисловості………………….. | 35 |
| 3.5. Виробництво гіпсових в'яжучих речовин з фосфогіпсу…………………. | 37 |
| 3.5.1. Технологічна схема переробки фосфогіпсу у гіпсове в’яжуче……… | 40 |
| ВИСНОВКИ……………………………………………………………………... | 43 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……………………………………….. | 45 |

**ВСТУП**

Захист довкілля, будь то атмосфера, гідросфера чи літосфера, від забруднення антропогенного походження є обов’язковою складовою у збереженні і подальшому існуванні та розвитку живої природи.

На сучасному етапі економічного розвитку суспільства значну екологічну загрозу несуть потужні промислові підприємства із своїми багатотоннажними відходами. Утилізація, переробка і знешкодження цих відходів є важливою проблемою відповідних галузей промисловості. Ця проблема набуває екологічного змісту державного рівня, коли сотні тисяч тонн твердих відходів забруднених токсичними речовинами складається у відвалах.

Виробництво і застосування фосфорних добрив продукує значні об’єми відвалів фосфогіпсу – твердих відходів, до складу яких входять важкі метали, такі, як кадмій та свинець[1].

Проблема утилізації й зберігання фосфогіпсу актуальна для багатьох країн світу. В даний час у відвалах підприємств колишнього СРСР знаходиться близько 275 млн. т фосфогіпсу і його кількість продовжує збільшуватися щорічно приблизно на 10 млн. т. У цьому зв'язку вже давно виникла і продовжує збільшуватися необхідність використання цього відходу в народному господарстві. Основну масу фосфогіпсу, що утворюється, в даний час скидають у відвали. Транспортування фосфогіпсу у відвали і його збереження зв'язані з великими капітальними й експлуатаційними витратами, що досягають 40% вартості спорудження й експлуатації основного виробництва, і ускладнює роботу заводів [2].

Не стала винятком у цьому запитанні і діяльність Роздільського ДГХП «Сірка», в результаті якої на території підприємства у відкритих відвалах на площі 17 га складується 3,5 млн. тонн фосфогіпсу висотою до 20 м. Як відомо дані відвали чинять значний вплив на компоненти навколишнього природного середовища – атмосферу, гідросферу та літосферу. Тому актуальним є вивчення питання подальшого поводження з багатотоннажним відходами, які становлять значну небезпеку для прилеглих населених пунктів та р. Дністер, яка являється транскордонною.

*Об’єкт дослідження* – відвали фосфогіпсу на території Роздільського державного гірничо-хімічного підприємство «Сірка».

*Предмет дослідження* – фосфогіпс як джерело забруднення навколишнього середовища та основні перспективні напрямки його утилізації.

*Мета дипломної роботи* – здійснити аналіз екологічної небезпеки відвалів фосфогіпсу та охарактеризувати та запропонувати найбільш оптимальні методи поводження з фосфогіпсом.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати *наступні завдання:*

1. Проаналізувати утворення фосфогіпсу як відходів виробництва екстракційної фосфорної кислоти.
2. Охарактеризувати основні напрямки діяльності Роздільського ДГХП «Сірка».
3. Здійснити характеристику відвалів фосфогіпсу на території підприємства.
4. Описати вплив відвалів фосфогіпсу на навколишнє природне середовище та здійснити відповідний літературний огляд.
5. Надати характеристику рекультивації земель на території підприємства та охарактеризувати основні проблеми використання фосфогіпсу в народному господарстві.
6. Охарактеризувати основні методи використання фосфогіпсу та запропонувати найбільш доцільний.

**ВИСНОВКИ**

* + 1. Проблема утилізації й зберігання фосфогіпсу – відходу виробництва екстракційної фосфорної кислоти актуальна для багатьох країн світу, у зв’язку з цим виникла необхідність використання цього відходу в народному господарстві.
    2. У Львівській області, а саме на території Роздільського державного гірничо-хімічного підприємства «Сірка», котре знаходиться у м. Новий Розділ зосереджений відвал фосфогіпсу, в кількості 3,5 млн. тонн на площі 17 га та висотою до 20 м. Фосфогіпс відноситься до IV класу небезпеки що становить потенційну загрозу для прилеглих територій та населення.
    3. Сховища фосфогіпсу можуть бути комплексними джерелами забруднення й деформації навколишнього середовища, у зв’язку з тим, що порушують рельєф місцевості, переривають або змінюють природний потік внутрішньоґрунтової міграції речовини, забруднюють ландшафт техногенними речовинами, змінюють характер приземних потоків повітря, впливають на показник вологості ділянки. Відвал також є джерелом гідродинамічного впливу на навколишнє середовище, адже викликаючи зміну рівня підземних вод, призводить до негативних явищ у селітебній зоні. Вплив сухих відвалів фосфогіпсу обумовлений насамперед газопиловими емісіями й стоками з поверхні сховища.
    4. У прилеглих до відвалу фосфогіпсу ґрунтах міститься фосфор, який у перерахунку на Р2О5 перевищує допустимі норми у ґрунті більше як у 8 разів. Також на відстані 1 м від відвалу ґрунт містить багато кальцію і сульфуру, також присутній цинк, який входить до І класу небезпечності важких металів – дуже небезпечний; нікель – входить до ІІ класу небезпечності важких металів, тобто є помірно небезпечним, манган, ферум, стронцій – ІІІ клас небезпечності важких металів.
    5. Водні об’єкти території підприємства належать до басейну р. Дністер. Результати гідрохімічного моніторингу озер Середнього, Глибокого, Чистого та Кислого, який здійснював ТзОВ «Інститут «Гірхімпром» у 2015 році свідчать, що у поверхневому шарі всіх вище перелічених озер та на витоку із озера Глибоке фіксуються перевищення нормативних показників за мінералізацією і сульфатами, на озері Середньому – і за фосфатами. Хімічний аналіз вод, що течуть із о. Глибоке у Дністер було здійснено лише один раз, мінералізація вод становила 2,4 ГДК, сульфати 3 ГДК, сірководень 21,5 мг/л.
    6. Проблеми використання фосфогіпсу актуальні з наступних причин: довгий період часу утилізації фосфогіпсу не приділялося належної уваги, що призвело до утворення значних запасів лежачого фосфогіпсу, транспортування фосфогіпсу в відвали і його зберігання в них пов’язано з великими капітальними вкладеннями і експуатаціними затратами, зберігання фосфогіпсу в старих відвалах наносить шкоду навколишньому середовищу, неоднорідний хімічний та структурний склад, що ускладнює його утилізацію та переробку.
    7. Основними напрямками використання фосфогіпсу є:
* сільське господарство як добавки до добрива та використання для хімічної меліорації солонцевих ґрунтів;
* використання відходів у дорожньому будівництві спільно з золо-виносом і золошлаковими відходами ТЕС із додаванням або без додавання цементу, вапна;
* утилізація фосфогіпсу в цементній промисловості – як мінералізатор при випалі і добавки до цементного клінкера. Згідно з Програмою поводження з небезпечними відходами в Львівській області будо запропоновано використовувати золу від спалювання вугілля на Добротвірській ТЕС як складник при виробництві цементу, а також при змішуванні з фосфогіпсом - при будівництві автомобільних доріг;
* до найбільш перспективних напрямків утилізації фосфогіпсу відноситься використання його у виробництві гіпсових в'яжучих матеріалів. Сама схема отримання α-напівгідрату сульфату кальцію (CaSO4 · 0,5H2O) із фосфогіпсу запропонована у дипломній роботі.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Пляцук Л. Д. Звіт про науково-дослідну роботу «Екологічні проблеми хімічної технології, розробка прогресивних технологій та обладнання для хімічних виробництв» (заключний) /. Л. Д. Пляцук, І. О. Трунова. – Суми: СумДУ, 2010. – 34 с.
2. Атлас схем та технологій з дисципліни «Основи маловідходних технологій» для cтyдeнтiв cпeцiaльнocтi 8.090510 – «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання / Укл. Авраменко С.Х., Гуляєв В.М., О.Д. Горбунов. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2007.- 82 с.
3. Виробництво фосфорної кислоти [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://pidruchniki.com/70521/ekologiya/virobnitstvo_fosfornoyi_kisloti>
4. Технологічна схема виробництва ЕФК [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://studwood.ru/1713442/matematika\_himiya\_fizika/ tehnologichna\_shema\_virobnitstva](https://studwood.ru/1713442/matematika_himiya_fizika/%20tehnologichna_shema_virobnitstva)
5. Кислотні методи переробки фосфатної сировини / Є.Л. Яхонтова, І.А. Петропавлівський, В.Ф. Кармишов, І.А. Спірідонова. – М.: [Хімія](http://ua-referat.com/%D0%A5%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F), 1988. – 288 с.
6. Витяг кремнефтористоводородної кислоти при процесі виробництва фосфорної кислоти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ua-referat.com/%D0%9E%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D 0%BD%D0%BD%D1%8F\_%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D1%97\_%D1%84%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%97\_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8](http://ua-referat.com/%D0%9E%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B0%25D%200%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D1%84%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B8)
7. Сірка, Роздільське гірничо-хімічне державне підприємство [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ua-region.com.ua/05792891>
8. Програма поводження з небезпечними відходами в Львівській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://loda.gov.ua/upload/users_files/27/upload/pr_neb_vidhody.pdf>
9. Розділ в передчутті нової екокатастрофи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://galinfo.com.ua/articles/rozdil\_v\_peredchutti\_novoi\_ ekokatastrofy\_112484.html](http://galinfo.com.ua/articles/rozdil_v_peredchutti_novoi_%20ekokatastrofy_112484.html)
10. Екологічна інформація за I кв. 2017 р. про підприємства, які є основними забруднювачами довкілля Львівщини [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ekologia.lviv.ua/ekologichna-informaciya-za-i-kv-2017-r-pro-pidpriyemstva-yaki-ye-osnovnimi-zabrudnyuvachami-dovkillya-lvivshhini>
11. Параняк Р.П., Калиб Б.М., Антонів І.М., Мазур М.М. Аналіз стану земель Львівської області порушених внаслідок діяльності підприємств гірничої хімії та шляхи їх ревіталізації. – Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. – Том 17 №1 (61) Частина 2, 2015. – С. 282 – 288.
12. Погребенник В.Д., Джумеля Е.А. Екологічна безпека території Роздільського державного гірничо-хімічного підприємства на стадії ліквідації Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Харків: НУЦЗУ, 2016. – С. 188 – 189.
13. [Крайнюк О. В.](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9A%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D1%8E%D0%BA%20%D0%9E$) До питання небезпеки відходів промисловості при будівництві автомобільних доріг / О. В. Крайнюк, Ю. В. Буц, В. Г. Кобзін // [Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия : Безопасность жизнедеятельности](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=JUU_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=IJ=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9670492:%D0%91%D0%B5%D0%B7.%D0%B6%D0%B4). - 2013. - Вып. 71(1). – С. 153-157.
14. Використання роздільського фосфогіпсу у виробництві сухих будівельних сумішей / П. В. Новосад, С. В. Королько, Р. A. Солтисік //[Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Теорія і практика будівництва](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=JUU_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=IJ=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9629409:%D0%90:%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80.%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82.%D0%B1%D1%83%D0%B4.). - 2013. - № 755. – С. 276-280.
15. Куди дівати фосфогіпс? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.business-vector.info/bmu-nekuda-devat-fosfogips/
16. Горлов А.А. Изменение химического состава почв под. влиянием фосфогипса / А.А. Горлов // ЛОМОНОСОВ-2016: XXIII Международная научная конференція студентов, аспирантов и молодых ученых: Секция «Почвоведение»; 11-15 апреля 2016 г., Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения: Тезисыдокладов / Сост. Л.А. Поздняков. – М.: МАКС Пресс, 2016. – С. 106 – 108.
17. Малик Н. Ю. Двостадійна хімічна переробка фосфогіпсу в нітрат амонію / Н. Ю. Малик, М. С. Мальований, Ю. О. Малик // Вісн. Нац. ун-ту «Львів. Політехніка». – 2005. – № 536 «Хімія, технологія речовин та їх застосув.» – С. 207 – 211.
18. Петренко Д. В. Влияние производства фосфорных удобрений на содержание стронция в ландшафтах : автореф. дис. … канд. биол. наук, спец. 03.02.08 – экология / Д. В. Петренко. – Москва, 2014. – 15 с.
19. Касимов А. М. Утилизация фосфогипса с получением материала для производства гипсовыхвяжущих / А. М. Касимов, О. Е. Леонова, Ю. А. Кононов // Сотрудничество для решения проблемы отходов : материалы IV Международной конференции (31 января – 1 февраля 2007 г., г. Харьков, Украина). – Харьков, 2007. – С. 120–122.
20. ГабовичР. Д. Фтор и его гигиеническое значение / Р. Д Габович. – Москва : Медгиз., 1957. – 225 с.
21. Яхненко, О.М. Екологічно безпечна утилізація фосфогіпсу у технологіях захисту атмосферного повітря [Текст]: дисертація ... канд. техн. наук, спец.: 21.06.01 - екологічна безпека / О.М. Яхненко; наук. керівник Є.Ю. Черниш. - Суми: СумДУ, 2017. – 248 с.
22. Чубур В. С. Системний аналіз стану довкілля у районі відвалів фосфогіпсу / В. С. Чубур // Збірник матеріалів IV Регіональної науково-практичної студентської конференції “Безпека життєдіяльності людини – запорука майбутнього ”. – 2017. – С. 14.
23. Комплексний підхід до проблеми утворення та накопичення фосфогіпсу в навколишньому середовищі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/3_nauka/konkurs/utilizaciya_vidhodiv_.pdf>.
24. М.Л. Копій, С.Б. Марутяк, Л.І. Копій. Аналіз морфологічної структури та хімічного складу порушених ґрунтів у межах Новороздільського ДГХП «Сірка». – Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць. Екологія та довкілля. Вип. 26.4. – 2016. – С. 212 – 219.
25. Е. А. Джумеля, Вплив виробничих відходів Роздільського державного гірничо-хімічного підприємства «СІРКА» на ґрунти. Екологічна безпека держави: тези доповідей Х Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів. м. Київ, 21 квітня 2016 р., Національний авіаційний університет / редкол. О. І. Запорожець та ін. – К. : НАУ, 2016. – С. 48-49.
26. Погребенник В.Д., Джумеля Е.А. Інформаційно-аналітична система моніторингу водних об’єктів гірничо-хімічного підприємства на стадії ліквідації. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/18683/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE-D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8% D1%87%D0%BD%D0%B0%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D1%83%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%BE%D0%B1%E2%80%99%D1%94%D0%BA%D1%82%D1%96%D0%B2.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/18683/%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE-%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%25%20D1%87%D0%BD%D0%B0%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%20%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3%D1%83%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%BE%D0%B1%E2%80%99%D1%94%D0%BA%D1%82%D1%96%D0%B2.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
27. Е. Джумеля, В. Погребенник Еколого-гідрологічні проблеми після закриття гірничо-хімічного підприємства. Сталий розвиток – стан та перспективи: Матеріали Міжнародного наукового симпозіуму SDEV‘2018 (28 лютого–3 березня 2018 року, Львів-Славське, Україна). – Львів, 2018. – С. 67 – 68.
28. Новий Розділ – зона екологічного лиха. Загрози Нового Роздолу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://varianty.lviv.ua/32715-novyi-rozdil-zona-ekolohichnoho-lykha>
29. Дворкин Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности : учебно-справочноепособие / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Ростов н/Д : Феникс. – 2007. − 368 с.
30. Друкований М.Ф., Очеретний В.П., Ковальський В.П., Чепурченко В.П. В’яжуче з відходів для дорожнього будівництва // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – С. 50-54.
31. М. Е. Краснянский. Утилизация и рекуперація отходов: Учебное пособие, издание 2-е, исправленное и дополненное. Харків: Бурун Книга, 2007. – 265 с.