

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екологічного права і контролю

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: «Біопаливо - альтернативний енергетичний ресурс сучасності»

Виконала студентка 4 курсу групи ЕК-45
Напрям підготовки 6.040106 «Екологія,
охрана навколишнього середовища та
збалансоване природокористування»
Трет'якова Вікторія Вікторівна

Керівник - асистент кафедри
екологічного права і контролю
Кур'янова Світлана Олександровна

Консультант – к.геогр.н., доцент
Бургаз Олексій Анатолійович

Рецензент – ст. викладач кафедри
економіки природокористування
Поліщук Тамара Миколаївна

Одеса 2019

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП	7
1 ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ	10
1.1 Кам'яне вугілля.....	14
1.2 Нафта і газ.....	18
2 БІОПАЛИВО – ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ	26
2.1 Типи біопалива	26
3 РАПС – ЯК ПАЛИВО ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РЕСУРС	41
3.1 Ріпак – екологічна катастрофа для України	48
3.2 Позитивна складова	50
3.3 Негативні наслідки.....	54
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	59

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

НАЕР - використання енергетичних ресурсів;
УНІАН - Українське Незалежне Інформаційне Агентство Новин;
ЄС – Європейський союз;
НАК – національна акціонерна компанія;
НПЗ - нафтопереробний завод;
ТЕС – тепло електростанція.

ВСТУП

Україна належить до країн, які мають дефіцит власних енергоносіїв і може забезпечити свої потреби за рахунок власних енергоносіїв лише на 50 %, в нафті – на 10-12 %, в природному газі – до 30 %, що створює загрозу енергетичній безпеці країни. Уведення в енергетичний баланс України біологічних видів палива, які за своєю природою є відновлюваними ресурсами акумульованої сонячної енергії – одне з актуальних завдань сьогодення. Це дасть змогу зменшити використання викопних непоновлюваних джерел енергії, забруднення природного середовища токсичними речовинами та парниковими газами.

Щорічний дефіцит палива для виконання основних польових робіт, який зумовлений більшими темпами росту цін на викопні види палива порівняно з ростом цін на сільськогосподарську продукцію, потребує зосередження зусиль на розробці методів та технічних засобів для забезпечення енергоавтономності сільськогосподарського виробництва. Одним з основних напрямків вирішення енергетичної проблеми є перехід на використання палива з власних поновлювальних ресурсів для транспортних засобів із дизельними та карбюраторними двигунами внутрішнього згоряння, що безпосередньо пов’язані з вирощуванням олійних культур і рослин з великим вмістом крохмалю та цукру [1].

Виробництво дизельного біопалива найбільш доцільно організовувати в господарствах, які виробляють насіння ріпаку, мають склад паливно-мастильних матеріалів із заправною станцією, яка виконана із дотриманням вимог охорони праці та техніки безпеки. Це обумовлено тим, що при виробництві дизельного біопалива безпосередньо в господарстві зменшуються витрати на транспортування зерна ріпаку, а шрот ріпаку можна використати в якості білкової добавки до кормів у тваринництві. Виробництво олійних

культур займає одну із лідируючих позицій в структурі виробництва продукції рослинництва і взагалі всього сільськогосподарського виробництва України. В структурі валової продукції сільського господарства на дані культури в середньому припадає до 35 % від загального обсягу виробництва у всіх категоріях господарств. Для сільськогосподарських підприємств, головних виробників даної продукції, частка олійних культур досягає 60 %.

З точки зору продовольчої безпеки, обсяги внутрішнього виробництва повністю забезпечують внутрішню потребу у відповідній продукції, залишаючи певні об'єми для створення експортного потенціалу та сировини для виробництва біопалив. Аграрний сектор економіки – значний споживач енергії, особливо нафтопродуктів. Для проведення сільськогосподарських робіт щороку потрібно майже 1,4 млн. т дизельного палива та 224 тис. т бензину. У вирішенні цього питання привертає увагу дизельне біопаливо, як екологічно чистий вид палива, що відноситься до поновлюваних ресурсів, які можна виробляти на основі сировини, вирощеної на 6 Біодизель та біоетанол власному полі. Сільське господарство може бути галуззю, яка забезпечує не тільки продовольчу безпеку країни, а й значною мірою може впливати на власну енергетичну автономність та може створити конкурентне середовище на ринку нафтопродуктів, що реалізуються в аграрному секторі. Незважаючи на те, що прибуток від реалізації насіння ріпаку може перевищувати прибуток від виробництва дизельного біопалива, таке виробництво необхідно розвивати по тій причині, що ресурси викопного палива постійно зменшуються і це обумовлює стійкий ріст цін на дизельне паливо [2].

Біопаливо відоме з початку минулого століття, але оскільки на той час світлі нафтопродукти мали низьку вартість, його майже не використовували. Однак, після нафтової кризи 1973–1974 років світова спільнота звернула увагу на можливість використання біологічного палива, виробленого з місцевих сировинних ресурсів. Одною з перших на шлях використання біопалива стала Бразилія.

Фахівці Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів (НАЕР) стверджують, що швидке впровадження відновлюваних джерел енергії (біоетанолу, біодизельного палива, біомаси, сонячної і геотермальної енергії тощо) дозволить зменшити загальне споживання традиційної енергії в Україні на 60 тон умовного палива щороку або на 30 %.

За прогнозними проектами Європейської комісії, Світової енергетичної ради та Міжнародного енергетичного агентства до 2020 року в умовах очікуваного розвитку світової економіки та приросту населення до 8 млрд. чоловік, в світі передбачається збільшення споживання електроенергії на 50-100%, у порівнянні із рівнем дев'яностих років ХХ ст. При цьому вважається, що в наступні десятиріччя головним джерелом енергії будуть невідновлювані викопні види органічного палива – вугілля, нафта та природний газ. З урахуванням значного прогнозованого зростання обсягів споживання, загальних розвіданих світових ресурсів викопних палив усіх видів вистачить відповідно: вугілля – на 250-300, нафти – на 30-40, природного газу – на 50-70 років. Уже в другій половині ХХІ сторіччя тільки запаси вугілля будуть достатні для компенсації зниження розвіданих ресурсів палива, тоді як запаси нафти і газу скоротяться настільки, що вже через 30 років для нафти і 40-50 років для газу через граничне виснаження запасів доведеться суттєво обмежити їх видобуток. Знизиться до критичних меж і обсяги їх споживання. В цілому ж той факт, що сьогодні доводиться все більш зростаючими темпами витрачати невідтворювані запаси органічних палив є трагедією нашої цивілізації.

Саме тому необхідно шукати альтернативні джерела енергії, які б дозволили використовувати існуючі запаси природних ресурсів в мінімальній кількості, що покращить екологічну ситуацію на планеті. Одним з можливих природних замінників енергії може стати біопаливо, під яким розуміють використання відновлюваної сировини рослинного походження.

Виходячи із вище зазначеного можна зробити висновок, що на сучасному етапі розвитку країни проблема заміни вичерпних мінеральних ресурсів на альтернативні не вичерпні є актуальною [3].

1 ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ

Протягом усіх років незалежності нестача власних горючих корисних копалин змушувала Україну імпортуюти паливно-енергетичні ресурси. Наприкінці 1990-х державна політика в сфері забезпечення споживачів паливом доходила до абсурду. У 1996–1998 рр. було прийнято три окремі розпорядження уряду, які передбачали закупівлю бензину в Тюменській області в обмін на постачання продукції та виконання будівельних робіт. Серед експортованих за паливо товарів були суконні рукавиці та шнурки для взуття. І хоча сьогодні Україна не міняє російського дизельного палива на труби, а туркменістанського газу — на новорічні ялинки (як це було на початку 2000-х), тільки в 2013–2017 рр. і лише на ввезення вуглеводнів вона витратила 67 млрд. дол.

В структурі виробництва (видобутку) палива в Україні переважає вугілля. Питома вага вугілля становить майже 60%, тоді як на нафту припадає близько 7%, на природний газ — 25%. Разом з тим в споживанні паливно-енергетичних ресурсів домінуюча роль належить природному газу. Питома вага природного газу в загальному споживанні котельно-пічного палива становить близько 54%, тоді як вугілля — лише 24%, наливного мазуту — 6%.

Таким чином, якщо в структурі виробництва власних енергетичних ресурсів переважає вугілля, то в структурі споживання провідна роль належить природному газу [4].

Розрив господарських зв'язків з республіками колишнього СРСР, який в основному і призвів до енергетичної кризи в Україні, посилює негативний вплив на забезпечення країни паливно-енергетичними ресурсами.

Забезпеченість потреб України у природному газі і нафті за рахунок власного виробництва надто низька. В основному вся потреба в цих видах енергетичних ресурсів забезпечується за рахунок постачання з-за меж України (переважно з Росії та Туркменістану). Разом з тим відсутність валютних коштів на закупівлю необхідної кількості цих видів ресурсів лише погіршує стан в економіці. За цих умов надійне забезпечення народногосподарських потреб паливно-енергетичними ресурсами — найважливіша умова стійкого функціонування економіки України. Тому концепція формування паливно-енергетичного балансу України на довгострокову перспективу повинна випливати з необхідності саме цієї умови.

До того ж, враховуючи в цілому слабку забезпеченість України виробництвом власних паливних ресурсів, необхідно проводити цілеспрямовану і систематичну роботу по перебудові структури виробництва з метою значного зменшення питомої ваги енергомісткої продукції, впровадженню енергозберігаючих технологій та інших досягнень науково-технічного прогресу. Зазначене стосується насамперед таких галузей, як чорна металургія, машинобудівна і хімічна промисловість. Структурна перебудова виробництва і науково-технічний прогрес повинні привести до істотного зменшення питомих норм витрат енергетичних ресурсів на одиницю продукції і сприяти зменшенню обсягів їх споживання в країні [5].

Виходячи з оцінки запасів вугілля в Україні, основна роль у забезпеченні потреб народного господарства в паливі повинна належати вугіллю. В результаті значного вичерпання запасів нафти і газу на основних родовищах України, введення в експлуатацію переважно дрібних родовищ, а також внаслідок інших негативних факторів виникає серйозна проблема щодо збільшення обсягів видобутку цих найбільш прогресивних паливних ресурсів і, як наслідок, — необхідність їх ввезення в Україну у постійно зростаючих масштабах. Це ускладнює економічну ситуацію і вимагає вирішення ряду нелегких питань (політичних, економічних, технічних), оскільки без

надходження певних обсягів нафти і газу не можна сформувати прийнятний паливно-енергетичний баланс.

Для підвищення надійності паливо- і енерго- забезпеченості народного господарства України (зважаючи на значні поставки нафти і газу в Україну) доцільно і необхідно розширити кількість джерел постачання нафти і газу з тим, щоб залежність від постачання по кожному паливному ресурсу з одного джерела не перевищувала 30% (з урахуванням загальних обсягів постачання). Виробництво електро- і тепло-енергії повинно збільшуватися за рахунок використання твердого палива (вугілля), що вимагає будівництва і розширення мережі електростанцій поряд з реалізацією заходів щодо охорони навколошнього середовища. Крім того, потрібно збільшувати потужність атомних електростанцій [4].

В умовах значних ускладнень у забезпеченні потреб народного господарства України в паливно-енергетичних ресурсах особливо актуальним є використання в усе більших обсягах нетрадиційних відновлювальних джерел енергії (вітрові, сонячні, тепла землі та інших видів).

Основними стратегічними напрямами вдосконалення структури паливно-енергетичного балансу України та вирішення інших проблем у цій сфері є:

- концентрація народногосподарських зусиль на всебічному прискоренні проведення енергозберігаючої політики. Цей найважливіший напрям вимагає, крім проведення різноманітних заходів щодо підвищення ефективності використання палива і енергії, вдосконалення самої структури народного господарства з пріоритетним розвитком менш енерго-містких виробництв;

- вдосконалення структури балансів енергоносіїв кінцевого використання. Передбачається збільшення питомої ваги електроенергії і тепла при зниженні частки моторного палива і котельно-пічного палива безпосереднього використання. Значно збільшиться також частка споживання природних енергоресурсів як сировини, а також для інших не-паливних потреб. промисловості. В решту областей донецьке вугілля постачається лише для теплової електроенергетики [6].

Львівсько-Волинське вугілля постачається у західні області (Івано-Франківська, Львівська та Ін.) і до того ж лише на енергетичні потреби. Буре вугілля використовується головним чином для виробництва буро-вугільних брикетів (Кіровоградська, Черкаська області).

Частина вугілля із Луганської, Дніпропетровської та Донецької областей постачається на експорт, головним чином у Молдову та країни далекого зарубіжжя.

Імпорт вугілля в Україну здійснюється в основному з Росії і Казахстану (для потреб коксохімічної промисловості) та Польщі.

Першочерговим завданням розвитку вугільної промисловості є компенсація вибуваючих потужностей за рахунок завершення вже початого будівництва і реконструкції ряду шахт. Крім того, слід закрити ряд нерентабельних шахт й переглянути політику цін на вугілля і вугільну продукцію. Це дасть змогу дещо сповільнити спад виробництва, а потім стабілізувати видобуток вугілля і створити передумови для його зростання завдяки будівництву нових шахт, збільшенню обсягів реконструкції діючих та приділенню особливої уваги технічному переозброєнню галузі. Підприємства вугільної промисловості відносяться до еколого-небезпечних, оскільки розробка вугільних родовищ істотно впливає на гідрохімічний режим експлуатації поверхневих і підземних вод, посилює забруднення повітряного басейну, погіршує родючість ґрунтів [4].

Специфічним забрудненням водних басейнів республіки є скидання значної кількості високо-мінералізованих шахтних вод у поверхневі водойми та водостоки, а також у накопичувані, в яких відбувається відстій шахтного водозливу та зливу збагачувальних фабрик.

Вугільна промисловість забруднює і повітряний басейн. Викиди забруднених речовин в атмосферу підприємствами Мінвуглепрому становлять до 25% від викидів цих речовин по Україні. На очисні споруди направляється менше половини всіх викидів, з яких уловлюється й обезводнюється 95%. Решта викидів здійснюється без очистки у вигляді газоподібних та рідких

речовин.

Значним джерелом забруднення повітряного басейну, поверхневих та підземних вод, а також зниження родючості ґрунтів є розміщення відходів вуглевидобутку і особливо вуглезбагачення в спеціальних природних відвахах та накопичувачах — щорічно у відвали скидається 60-70 млн. м³ породи. Кількість природних відвалів становить майже 1300, з яких близько 300 - це ті, що горять. Втрата родючості земель під відвалами становить більш як 7000 гектарів.

Незадовільний екологічний стан у вугледобувних районах, особливо у Донбасі, посилюється також високим рівнем концентрації підприємств металургійної та хімічної промисловості, що посилює техногенне навантаження на навколошнє середовище і характеризує його як надзвичайно небезпечне для здоров'я населення [7].

1.1 Кам'яне вугілля

Якщо нафта і природний газ є основним джерелом наасичених і ненасичених вуглеводнів, то відносно ароматичних вуглеводнів, безсумнівно, перевага належить вугіллю. Це тверде паливо посідає чільне місце в розвитку промисловості органічного синтезу як постачальник хімічної сировини. Його природні запаси набагато перевершують запаси нафти і природного газу.

Ці копалини є основою паливно-енергетичних ресурсів України й становлять групу мінеральних речовин переважно органогенного походження. В Україні вугілля видобувається у трьох великих вугільних басейнах: Донецькому, Львівському, Волинському (кам'яне вугілля), а також Дніпровському буровугільному басейні. На складне екологічне становище вугільних гірничодобувних регіонів впливає, насамперед, те, що кожна третя шахта експлуатується понад 50 років; гірничодобувні роботи ведуться на глибинах від десятків сотень до 1400 м. Загальна площа вугільних басейнів становить майже 18 тис. км² (3 % площи країни), зокрема у Донбасі -15 тис. км².

Тут розміщено 1220 териконів та відвалів, з яких 397 горять; їхня загальна площа близько 80 км².

Світові ресурси вугілля значні, ринок досить широкий, ціни відносно помірні на цей час і на довгострокову перспективу. Державна політика багатьох розвинутих країн світу, з урахуванням очікуваного вичерпання ресурсів нафти та газу, орієнтується зараз на поступове збільшення вуглевидобутку з метою використання вугілля в промисловості та енергетиці. За оцінками західних експертів, світова потреба у вугіллі до 2030 р. – може зрости майже у два рази. Таким чином вугілля стане основним енергоносієм на доступну для огляду перспективу у ХХІ ст. Однак в такому випадку обсяги забруднюючих викидів у навколошнє середовище відповідно зростуть, що серйозно відіб'ється на екології та посилить парниковий ефект. Тому треба передбачити використання нових ефективних і максимально екологічно чистих технологій спалювання вугілля, які вже існують, але мають високу вартість [4].

На перспективу, за умови обмеженого фінансування, що найбільш реально, закриються близько 90 шахт (з 180) та 4 розрізи і рівень видобутку вугілля, за прогнозами спеціалістів, якщо не вжити екстрених заходів, може знизитися у 2030 р. - до критичної межі у 35-36 млн. т. Виникне дефіцит вугілля для теплової енергетики, який може загостритися через очікуване подальше зростання економіки країни, яка скоро матиме потребу у суттєво більших обсягах енергії ніж тепер і відповідно більш значних обсягах енергетичного палива для енергетики. Цьому також буде сприяти не лише можлива нестача інвестицій у вугільну галузь, а й нестача часу, бо для будівництва необхідної кількості нових шахт і введення їх в дію потрібно щонайменше 10 років.

На цей час головними проблемами вугільної галузі України є збитковість та низька інвестиційна привабливість вуглевидобувних підприємств, неплатежі за відвантажене вугілля, дефіцит платіжного балансу, недосконале ціноутворення, значна заборгованість з платежів у бюджет та з виплати заробітної плати, нестача коштів на розвиток, соціально-економічні, екологічні і технічні проблеми при ліквідації шахт (розрізів), недостатній рівень техніки

безпеки та охорони праці. Вирішення цих проблем передбачає Програма «Українське вугілля», мета якої – підвищення ефективності роботи галузі та досягнення обсягів видобутку вугілля, необхідних для задоволення потреб національної економіки. Залучення в галузь значних обсягів інвестицій з боку приватного капіталу в доповнення до державних асигнувань може стати однією з основ її стабільної роботи в майбутньому.

Повинна поліпшитися якість вугілля і знизитися відпускна ціна, оскільки підвищення цін на паливо власного видобутку значно зменшує його досяжний ресурс і знижує конкурентоспроможність промисловості на зовнішньому і внутрішньому ринку. Це може привести до того, що після приватизації енергокомпаній, коли їх власники будуть самі вирішувати, який енергоресурс і в кого придбавати, вибір може випасти на російський природний газ чи на більш дешеве і якісне імпортоване вугілля. Це призведе до скорочення внутрішнього попиту на українське вугілля, що посилить наявні кризові явища у вугільній галузі до критичної межі [6].

Вугледобувні підприємства України в січні-квітні 2018 року скоротили видобуток рядового вугілля на 14% порівняно з аналогічним періодом 2017 року - до 11,236 млн. тонн.

Як наголошується, видобуток коксівного вугілля скоротився на 6,7% (на 154,1 тис. тонн) - до 2,159 млн. тонн, енергетичного - на 15,6%, до 9 млн. 77,2 тис. тонн.

У квітні-2018 видобуток рядового вугілля збільшився на 5,8% (на 156,1 тис. тонн) порівняно з аналогічним місяцем 2017 року - до 2 млн. 865,3 тис. тонн.

Вугледобувні підприємства, що входять до сфери управління Міненерговугілля, за чотири місяці скоротили видобуток на 7,3% (на 121,6 тис. тонн) - до 1 млн. 550,3 тис. тонн, зокрема видобуток коксівного вугілля знизився на 46,4% (на 159,5 тис. тонн) - до 184,5 тис. тонн, енергетичного - зріс на 2,9% (на 37,9 тис. тонн), до 1 млн. 365,8 тис. тонн.

Шахти Донецької області за чотири місяці поточного року забезпечили видобуток 3 млн. 940,6 тис. тонн вугілля (-12,1% до січня-квітня 2017 року), Луганської - 199,6 тис. тонн (-86,1%), Дніпропетровської - 6 млн. 507,7 тис. тонн (-1,6%), Львівської - 547,9 тис. тонн (+ 11,1%), Волинської - 40,3 тис. тонн (+ 2,3%).

Як повідомлялося, Україна в 2017 році скоротила видобуток вугілля на 14,6% порівняно з 2016 роком - до 34 млн. 916,2 тис. тонн.

Держшахти за звітний період видобули 2,16 мільйона тонн вугілля, що на 8,8% менше, ніж за аналогічний період 2017 року. Як повідомляв УНІАН, видобуток нафти в Україні в 2017 році скоротився порівняно з 2016 роком на 4,2% – до 2,098 мільйона тонн. При цьому видобуток енергетичного та коксівного вугілля в Україні у 2017 році скоротився на 14,6% порівняно з 2016 роком – до 34,916 мільйона тонн. Ще помітніший спад зафіксовано в липні, коли видобуток енергетичного вугілля на державних шахтах скоротився на 47,9 тис. тонн (або на 14,3%), а коксівного - на 28,4 тис. тонн (або на 56,2%) порівняно з відповідним періодом минулого року.

При цьому в міністерстві повідомляють, що загальний обсяг вуглевидобутку в Україні за січень-липень цього року зріс на 10,0 тис. тонн (або на 0,1%) порівняно з січнем-липнем торік. Нині в Україні налічується 102 державні шахти, але переважна більшість - у зоні проведення операції Об'єднаних сил. Діючими поза зоною операції вважаються 33 шахти. З них лише 4 шахти працюють прибутково.

Зокрема, на підконтрольних Україні територіях Донецької області нині працюють 15 державних вугледобувних підприємств. Загальні збитки від їх діяльності - 520 млн гривень [1].

На сьогоднішній день Україна через бойові дії на сході країни і блокади вантажообігу з непідконтрольними територіями відчуває значний дефіцит вугілля, в першу чергу енергетичного (антрациту), видобуток якого сконцентрований в Донецькій і Луганській областях, районах, підконтрольних бойовикам.

Унаслідок функціонування вуглевидобувних підприємств відбулися чи не найбільші негативні екологічні зміни довкілля, а саме:

- просідання денної поверхні на площі понад 8 тис. км² у середньому на 0,2-1,2 м, а в деяких місцях — до 5 м;
- зменшення рівня ґрунтових вод;
- забруднення поверхневих і підземних вод шахтними водами;
- забруднення повітря пилом, продуктами горіння териконів, метаном та іншими викидами;
- порушенням стійкості ґрунтового покриву та збільшення його тріщинуватості, загальне геохімічне забруднення ґрунтів;
- підтоплення територій, зокрема населених пунктів, під час закриття шахт, особливо у процесі затоплення шахт (так звана мокра консервація). За такої консервації швидкими темпами та на великих площах відбувається надходження високо-мінералізованих шахтних вод до водоносних горизонтів та річкової мережі. Наприклад, у 1998 р. було закрито 12 шахт, 1999 р. - 20, 2000 р. - також 20 [6].

1.2 Нафта і газ

Розвиток газової промисловості в Україні розпочався наприкінці XIX ст. На той час будувалися заводи з виробництва штучного газу, який використовувався переважно для освітлення вулиць, особняків, вокзалів тощо. У промисловості такий газ майже не використовувався. Для газової промисловості України в першій половині ХХ ст. характерними були незначні обсяги виробничого та видобувного газу, його висока собівартість та низька продуктивність праці.

Незначний розвиток газової промисловості у довоєнний період пояснюється певною мірою відсутністю спеціального оснащення для газових промислів і надто обмеженою кількістю розвіданих газових родовищ. Разом з тим у 40-х роках ХХ ст. були створені відповідні передумови для

відокремлення газової промисловості у самостійну галузь паливної індустрії. Якісно новий період у розвитку газової промисловості настав після другої світової війни, коли розпочалася інтенсивна експлуатація вже відкритих родовищ природного газу у західних областях і активізувались пошуки по всій території республіки [5].

Завдяки зростанню обсягів геологічної розвідки та буріння свердловин у 1946-1950 рр. було відкрито Шебелинське, Радченківське, Більче-Волицьке газові родовища, а також нові горизонти на Опарському та Дашавському родовищах. Було введено в експлуатацію Угерське та Хідновицьке родовища. Перспективи розвитку газової промисловості України пов'язані з розширенням геолого-пошукових робіт, збільшенням обсягів пошукового буріння та прискоренням промислового освоєння відкритих родовищ. Поряд з цим слід широко впроваджувати досягнення науково-технічного прогресу, зокрема новітніх технологій і техніки.

Екологічні проблеми в газовій промисловості мають свою специфіку, яка визначається в основному відчуженням та забрудненням земель в районах промислової експлуатації газових родовищ та проведеним геолого-пошукових робіт на нафту й газ. Щодо використання природного газу в різних секторах економіки та галузях народного господарства, то цей вид ресурсу є найбільш екологічно чистим порівняно з такими енергетичними ресурсами, як вугілля, мазут, торф.

Попри очікуване суттєве зростання цін у перспективі (десь з 2020 р.) і необхідність імпорту його з третіх країн, природний газ розглядається зараз як домінуючий вид палива для світової енергетики на найближчі, принаймні, два десятиріччя [8].

Ресурси газу на цей час ще доволі значні, сучасні технології використання його ефективні та екологічно чисті. Ринок газу в країнах світу досить широкий і стало розвивається. Зрозуміло, чому частка газу збільшується зараз саме в тепловій енергетиці, де фактори ефективності використання та надійності постачання енергоносіїв мають особливо важливе значення. Це знижує

залежність країн від нафти, сприяє диверсифікації постачання енергоносіїв, а також підвищенню безпеки енергозабезпечення. Частка газу у паливному балансі енергетики буде постійно зростати і у недалекій перспективі природний газ стане в країнах ЄС основним енергоносієм для виробництва енергії. При цьому очікується, що у 2020 р. рівень залежності від імпорту газу країн ЄС складе близько 70%. Попит на природний газ буде зростати випереджаючими темпами у порівнянні із попитом на первинні енергоносії в цілому. Більше половини приросту попиту на газ буде припадати на енергетику.

Вдале географічне розташування України на основних шляхах транспорту природного газу від потенційно найбільших в світі газовидобувних регіонів Росії та Центральної Азії ставить Україну в ряд країн, які можуть бути гарантами забезпечення споживачів країн ЄС природним газом, робить надійними її політичні і економічні позиції на міжнародному ринку енергоносіїв, полегшує вирішення складної проблеми газозабезпечення своєї економіки та енергетики за рахунок сплати за послуги з транзиту експортного газу територією України валютою чи газом [9].

Вуглеводнева сировина, що об'єднує нафту, газ і конденсат, на сучасному етапі розвитку людського суспільства є найважливішим і найпрогресивнішим різновидом мінерально-енергетичних ресурсів. У державному балансі України враховано 323 родовища запасів нафти, газу і газового конденсату. Основна їх кількість (191) зосереджена у Східному регіоні, 96 - у Західному, 36 - у Південному. Обсяг щорічного видобутку вуглеводнів за останні роки у середньому становив 4 млн. т нафти з конденсатом і 18 млрд. м³ газу, що дорівнювало відповідно 10 і 20 % обсягів цих видів сировини, які щороку споживає країна.

В Україні промисловово розробляються близько 200 родовищ, що є базою нафтогазової промисловості; у дослідній промисловій експлуатації перебуває 47 родовищ, експлуатуються 2 газосховища. Найперспективнішим за видобутком нафти й газу вважається Донецько-Придніпровський регіон, в якому зосереджено майже 85 % ресурсів вуглеводнів країни. Відкрито газові

родовища в Карпатах, розширяються пошуки нафти на Чорноморському шельфі.

Ресурси нафти і природного газу в Україні дають змогу принаймні вдвічі збільшити їх видобуток. Незважаючи на важко-видобувний характер цих ресурсів, національна нафтогазова галузь належатиме до однієї з найрентабельніших. На вирішення цих завдань спрямована державна програма "Освоєння вуглеводневих ресурсів українського сектору Чорного й Азовського морів" [8].

Україна в січні-квітні 2018 року, порівняно з аналогічним періодом 2017 року, скоротила видобуток нафти і газового конденсату на 2,6% - до 706 тисяч тонн. Видобуток цих вуглеводнів Національною акціонерною компанією "Нафтогаз України" та її дочірніми структурами за звітний період скоротився на 3,8% - до 626 т тонн. При цьому приватні нафтovidобувні компанії України збільшили обсяг видобутку на 7,6% - до 80,2 т тонн. Найбільші показники зростання видобутку продемонстрували наступні компанії: "Укрнефтебуріння" (видобуток - 10,2 тисячі тонн), "Нафтогазопромислова геологія" (294 тонн) та "ЕСК "Еско-Пичнич" (16,5 тисячі тонн). Видобуток нафти в Україні в 2017 році скоротився порівняно з 2016 роком на 4,2% – до 2,098 мільйона тонн (Рис. 1.1).

У серпні 2018 року в Україні видобуто нафти з газовим конденсатом на 28,2 тис. тонн (або на 17,9%) більше, ніж у серпні 2017 року, у тому числі підприємствами НАК "Нафтогаз України" збільшено обсяги видобутку на 22,1 тис. тонн (або на 16,2%).

Обсяги видобутку нафти з газовим конденсатом протягом січня-серпня 2018 року збільшились на 30,1 тис. тонн (або на 2,1%) проти аналогічного показника 2017 року, обсяги видобутку підприємствами НАК "Нафтогаз України" відповідають аналогічному показнику минулого року та становлять 1 255,2 тис. тонн

Обсяги видобутого газу у серпні 2018 року в Україні збільшились на 44,8 млн. куб. м (або на 2,6%) порівняно з серпнем минулого року, у тому числі

підприємствами НАК "Нафтогаз України" видобуток газу більше рівня відповідного показника 2017 року на 13,6 млн. куб. м (або на 1,0 %) [9].



Рис. 1.1 - Видобуток природного газу в Україні, млрд. куб. м.

Головними причинами, унаслідок яких погіршується стан довкілля у процесі розробки нафтогазових родовищ, вважають:

- 1) часті випадки відкритих викидів нафти, газу і пластової води під час розкриття продуктивних пластів свердловинами;
- 2) постійне забруднення поверхневих вод і глибинних водоносних горизонтів рідкими вуглеводнями, високо мінералізованими водами та шкідливими солями;
- 3) велика загазованість атмосфери під час експлуатації газових родовищ і газосховищ [10].

1.3 Нафта

На території України вперше видобуток нафти розпочато в Передкарпатті па початку XVII ст. Як галузь промислового виробництва нафтова промисловість розвивалась на базі Бориславського наftового родовища в кінці XIX — на початку XX ст. із застосуванням глибокого буріння свердловин. У той же час було відкрито і ряд інших родовищ у Передкарпатті. Найбільшого рівня видобуток нафти досяг в цьому районі у 1909 р. (2053,1 тис. т), однак у

подальшому він почав знижуватися і становив у 1938 р. 370 тис. т.

У повоєнні роки нафтова промисловість Передкарпаття швидко розвивалась. Було здійснено докорінну реконструкцію підприємств галузі на новій технічній основі. В результаті значного розширення обсягів геологорозвідувальних робіт на нафту й газ було відкрито нові родовища в Передкарпатті — Долинське і Північно-Долинське, Бітків-Бабчинське, Орів-Уличнянське та ін. [5].

В результаті зосередження геологорозвідувальних робіт на нафту і газ у східних районах України було відкрито майже 150 нафтових родовищ у Полтавській, Сумській та Чернігівській областях, які за видобувними запасами нафти значно перевищували родовища Передкарпаття. До найбільших належать — Гнідинцівське, Леляківське, Глинсько-Розбишівське, Рибальське, Качанівське, Новогригорівське та ін. Розробка цих родовища стала основною базою для розвитку нафтovidобувної промисловості республіки. Найбільшого розвитку нафтова промисловість досягла в роки дев'ятої п'ятирічки. Так, максимального рівня видобутку нафти й газового конденсату (14,5 млн. т.) було досягнуто у 1972 р. Потім обсяги видобутку нафти стали скорочуватися, і зараз вони становлять близько 4 млн. т. за рік. Тільки за 1990—1997 рр. видобуток нафти в Україні знизився майже на 22%.

Основний видобуток нафти припадає на Східний нафтогазоносний регіон. Його питома вага у загальному видобутку нафти в країні досягає майже 80%. У Південному нафтогазоносному регіоні балансові видобувні запаси становлять 3% від запасів України, тому видобуток нафти практично відсутній. Тенденція до скорочення видобутку нафти в Україні пояснюється не лише вичерпністю її запасів, а й тим, що більше ніж 90% механізованих свердловин мають насоси, які можуть працювати на глибині до 2000—2500 м, в той час як середня глибина основних покладів нафти становить 3000—4000 м. Крім цього, застарілим є основний фонд більшості свердловин та їхнього обладнання. Так, загальне спрацювання основних фондів по АТ «Укрнафта» становить майже 60%, не вистачає міцних труб, насосів, агрегатів [8].

Подальший розвиток нафтової промисловості в Україні обумовлює необхідність вирішення цілого ряду проблем. Одна з найголовніших — це пошук шляхів стабілізації та подальшого приросту видобутку нафти в Україні.

Зростання глибини залягання продуктивних покладів нафти, ускладнення технологій їх освоєння, зниження темпів приросту промислових запасів є стримуючими факторами щодо збільшення видобутку нафти. Одночасно наявність на території України значної кількості науково обґрунтованих прогнозних запасів високоякісної нафти з низьким вмістом сірчаних сполук, високим виходом світливих фракцій, а також зросла потреба в нафтопродуктах стимулюють розвиток нафтовидобувної промисловості. Успіхи цієї галузі прямо залежать від результатів геологорозвідувальних робіт пошуку нафти.

Необхідно відзначити, що ці роботи проводились в останні роки з низькою ефективністю та систематичним невиконанням завдань щодо приросту промислових запасів. Практично в останні роки не було відкрито жодного нафтового родовища не тільки велико-об'ємного за запасами, але й середньо-об'ємного.

У нафтовидобувній промисловості країни необхідно різко збільшити обсяги експлуатаційного буріння на діючих родовищах, значно прискорити освоєння нових родовищ, які передбачається відкрити в процесі геологорозвідувальних робіт, ущільнити мережу свердловин, а також впровадити комплекс методів щодо поліпшення стану заводнення та нових методів нафто-віддачі [10].

В Україні розміщені і функціонують шість основних нафтопереробних заводів (НПЗ) — Кременчуцький, Лисичанський, Херсонський, Одеський, Дрогобицький, Надвірнянський. Відносно новими і надпотужнimi заводами є Кременчуцький та Лисичанський. Перший з них побудований у 1966 р., його потужність з первинної переробки нафти становить зараз 18,6 млн. т. за рік. Другий побудований у 1976 р. і має потужність 16,0 млн. т за рік. Решта заводів (крім Дрогобицького) споруджені ще в довоєнні роки і мають значно меншу потужність. У повоєнний період в результаті реконструкції їх потужності

зросли до 2,7—7,1 млн. т за рік (1997 р.). Разом з тим глибина переробки нафти в країні залишилась досить низькою — до 60%. У Західній Європі вона досягла узагальнено 80%, а у США — понад 90%. Зазначені дані по Україні свідчать про те, що значна частка обсягу вироблених нафтопродуктів припадає на паливний мазут. Сумарна потужність вторинних процесів (по всіх НПЗ) становить приблизно 35% потужності первинних процесів (блізько 12% з 35% — поглиблення переробки нафти, 23% облагородження нафтопродуктів), що, звичайно, недостатньо, виходячи з сучасного світового рівня розвитку нафтопереробки.

Низький технічний рівень виробництва нафтопереробної промисловості України, недосконалість технологічних схем НПЗ, випуск неякісних нафтопродуктів викликають інтенсивне забруднення навколишнього середовища. Основними забрудниками від нафтопереробних заводів є сірчані сполуки, окисли вуглецю, сірки азоту, сажа тощо.

У зв'язку з незначним видобутком нафти в Україні обсяги її переробки значною мірою залежать від масштабів поставок її з-за меж країни. Зовнішні поставки нафти здійснюються головним чином з Російської Федерації. В Україні склалася вкрай несприятлива ситуація, коли наші нафтозаводи, маючи достатні потужності для виробництва в необхідних обсягах нафтопродуктів (з усіх основних найменувань), простоюють. З 1991 р. подача нафти в Україну з Росії різко знижувалась. Відповідно скорочувалися і обсяги нафтопереробки. Якщо в 1990 р. було перероблено 58,1 млн. т, то у 1997 р. — лише 12,3 млн. т. До того ж якість багатьох нафтопродуктів не відповідає вимогам споживачів. Разом з тим готова продукція імпортується з Росії, Білорусі та інших країн. Але орієнтація на масовий імпорт готових нафтопродуктів є марнотратною для будь-якої країни, тим більше для України в період кризи її економіки [11].

2 БІОПАЛИВО – ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ

Біопаливо або біологічне паливо — (англ. biofuels) — органічні матеріали, такі як деревина, відходи та спирти, що використовуються для виробництва енергії. Це — поновлюване джерело енергії, на відміну від інших природних ресурсів, таких як нафта, вугілля і ядерне паливо. Офіційне визначення біопалива — будь-яке паливо мінімум з 80 % вмістом (за об'ємом) матеріалів, отриманих від живих організмів, зібраних в межах десяти років перед виробництвом.

Нестримне підвищення вартості енергоресурсів, нафти, вугілля та природного газу веде до зростання тарифів на електроенергію і підвищення вартості комунальних послуг. Переважна кількість існуючих муніципальних котелень працює поки що на природному газі, ціна якого значно вище тарифу, який встановлений для населення, а збитки підприємствам покриваються за рахунок бюджетних субвенцій. Сотні сільських населених пунктів, сільськогосподарських підприємств та фермерських господарств ще недостатньо забезпечені електричною та тепловою енергією. Істотно також збільшується частка енергоресурсів в собівартості промислових товарів, сільськогосподарської сировини та продукції [11].

2.1 Типи біопалива

Біопаливо – альтернативний вид палива, який отримують в результаті переробки тваринної або рослинної сировини, а також органічних промислових відходів і продуктів життєдіяльності. Альтернативна енергетика розглядає біопаливо як варіант заміни традиційного – вугілля, нафти, природного газу і т.д. Біопаливо відноситься до поновлюваних видів енергії, його основна

перевага – екологічність, а сучасні методи виробництва дозволяють отримувати такі зразки палива, які за своїми характеристиками і вартістю перевершують традиційні зразки.

Залежно від агрегатного стану, розрізняють три види біопалива:

- тверде – дрова, дерев'яні гранули (можуть вироблятися з дрібних гілок, тирси, кори дерев, трісок та інших відходів обробки деревини) і пелети (їх отримують з соломи, лушпиння насіння, шкаралупи горіхів і т.д.)
- рідке – біоетанол і біодизель (їх виробництво стає дедалі більше, вони використовуються в якості замінника мінерального палива – бензину і дизельного палива – для двигунів внутрішнього згоряння), деметиловий ефір, біометанол
- газоподібне – біогаз, метан і біоводень, одержувані як результат процесу природного розкладання різних органічних речовин – метанового бродіння.

Тверде біопаливо

До числа найбільш популярних твердих різновидів біологічного палива відносяться деревина, торф, відходи життєдіяльності тварин.

Виробляти тверде паливо вигідніше і простіше в регіонах, багатих лісовими насадженнями, - такими є Полісся та масиви навколо Карпат. 70% всього виробленого в Україні біопалива припадає на ці області [12].

Дрова. Давнім видом біопалива є добре знайомі всім дрова, які здавна застосовуються для обігріву будинків і приготування їжі. До сих пір їх активно використовують в різних країнах для отримання тепло / електроенергії, зокрема, на дровах працює велика Австрійська теплоелектростанція, потужність якої становить 66 мегават.

Нині для виробництва дров або біомаси вирощують енергетичні ліси, які складаються з швидкозростаючих рослин. Через значне зростання цін на нафту останнім часом населення багатьох країн скорочує споживання нафтового палива і збільшує використання дров. Це призводить до винищення лісів.

У той же час у подібного сировини є недоліки. Енергетична цінність дров відносно невелика: при спалюванні частина речовини осідає у вигляді сажі, через що каміни і печі необхідно регулярно прочищати. Крім того, для поповнення запасів деревини потрібен певний час – нові дерева виростуть лише через 15-20 років.

Тверді енергоносії біологічного походження (головним чином гній, відходи деревина, торф) брикетують, сушать і спалюють в камінах житлових будинків і топках теплових електростанцій, виробляючи дешеву електрику для побутових і виробничих потреб. Відходи деревини з мінімальним ступенем підготовки до спалювання (тирса, кора, лушпиння, солома тощо) пресують в паливні брикети або в пелети, які мають форму циліндричних або сферичних гранул діаметром 8-23 мм і довжину 10-30 мм [13].

Паливні гранули. Відмінною альтернативою звичайним дров є пеллети (гранули). Сировиною для виробництва гранул можуть бути торф, деревні відходи: кора, тирса, тріска й інші відходи лісозаготівлі, а також відходи сільського господарства: відходи кукурудзи, соломи, відходи круп'яного виробництва, лушпиння соняшника тощо.

Теплотворна здатність паливних гранул в півтора рази вище, ніж у дров. Пов'язано це з тим, що щільність пелет перевищує щільність дров, також, у півтора рази. Крім того, пелети мають значно більш низькою вологістю (8-12% вологості проти 30-50%) і містять не більше 3% золи. Паливні гранули зручні й тим, що займають набагато менше місця і простіше в транспортуванні, ніж звичайні дрова.

Пелети, одержувані з деревини, торфу і різних відходів, мають різний колір. Світлі використовуються для топки камінів і печей, тоді як темні, з великим вмістом кори, призначені для твердопаливних котлів

Виробництво гранул почалося в 1947 році. Сировина (тирса, кора тощо) надходить у дробильну машину, де подрібнюється до стану борошна. Отримана маса надходить у сушарку, з неї — у прес-гранулятор, де деревне борошно стискають у гранули. Стискування під час пресування підвищує температуру

матеріалу, лігнін, що міститься в деревині розм'якшується і склеює частки у щільні циліндри довжиною 5-70 мм і діаметром 6-10 мм.. На виробництво однієї тонни гранул витрачається 4—5 кубометрів деревних відходів. Готові гранули охолоджують, пакують у стандартну упаковку 12—40 кг, Біг-беги (вагою 1 тонна) або доставляють споживачеві розсипом. Сучасною альтернативою традиційним дров є паливні брикети чотирьох-, шести- або восьмигранної форми. Цей екологічно чистий матеріал має високу тепловіддачу.

До числа популярних видів біопалива зараховується деревна тріска, яка часто служить джерелом енергії на європейських ТЕЦ. Вироблення цієї сировини виробляється на лісозаготівлях або на спеціальних виробничих лініях, оснащених машинами-Шредер [14].

Найбільш привабливі регіони для виробництва деревних брикетів і пелет - Житомирська, Чернігівська, Закарпатська та Івано-Франківська області. Вони мають найбільший лісовий потенціал і, відповідно, розвинену індустрію деревообробки. Крім того, на заході України багато фірм з іноземними інвестиціями, а це, хороший знак: іноземці краще наших підприємців оцінюють окупність бізнесу і його перспективи, тому розміщують свої виробництва поблизу сировинної бази.

Ми працюємо з Італією і Чехією. Також серед імпортерів біопалива українського виробництва слід назвати Польщу, Словаччину, Португалію, Німеччину і Скандинавські країни. У рік Україна експортує 15-20 тис. тонн брикетів і вдвічі більше пелет. Якість експортної продукції відповідає європейським стандартам (проходить аналіз на вміст CO_2 і твердість продукту). «Робіть більше, а ми будемо купувати», - саме таке пропозиція від Європи.

Болотний і лісовий паливний торф - це найпоширеніший різновид біопалива, що застосовується в побутових і промислових цілях протягом століть. Торф є не повністю розклався в умовах болота шар моху, видобуток якого здійснюється в багатьох країнах світу (Росія, Білорусія, Канада, Швеція, Індонезія та інші).

Використання торфу як палива зумовлено його складом: великим вмістом вуглецю, малим вмістом сірки, шкідливих негорючих залишків і домішок. По суті, це молоде вугілля [15].

Основними недоліками цього виду палива є: нижча, ніж у вугілля енергетична калорійність і труднощі спалювання через високий вміст вологи (до 65%).

Взагалі, сфера використання торфу як палива, з розвитком сучасних технологій спалювання і використання екологічно чистих процесів одержання енергії, оцінюється передовими вченими і фахівцями, як на найбільш перспективний розвиток енергетики в наступному столітті.

Повернення до біоресурсів - це не повернення в минуле, а розумний підхід до економіки та екології. ККД сучасних малих котлів на місцевому паливі сягає 90%. Втрати тепла і витрати електроенергії при транспортуванні теплоносія зводяться до мінімуму.

Видобуток і переробка торфу в світі є високорентабельним і перспективним видом бізнесу. Рентабельність виробництва коливається в середньому від 30 до 40% річних (без урахування вартості доставки продукції до споживача). Торф може використовуватися в різних областях народного господарства - в сільському господарстві, хімії, медицині, нафтопереробці, екології, паливної промисловості тощо.

Особливо вигідно використання торфу в якості палива: вартість 1 Гкал, отриманого від спалювання торфу, нижче, ніж у всіх інших видів палива, крім газу. Крім енергетичного напрямки використання торфу, останнім часом широкий розвиток отримало сільськогосподарське застосування торфу, зарекомендував себе як цінний органічний матеріал.

Торф, що містить 50-60% вуглецю, вважається популярним газоносним матеріалом. Це цінна сировина може застосовуватися не тільки в якості палива, але і як добриво або утеплювач

Для зручності виробничого процесу біомасу зазвичай переробляють на місці видобутку. Процес полягає в очищенні (просіювання) сировини від

сторонніх виключень з наступним сушінням і формуванням у вигляді брикетів або гранул [12].

Паливо з сільськогосподарських відходів.

У сільськогосподарському виробництві, як правило, накопичується велика кількість різноманітних рослинних відходів: зовнішні оболонки рослин, горіхова шкаралупа, солома.

Подібне сировину також можна піддавати пресуванні і гранулювання, отримуючи паливні пелети, характеристики яких практично не відрізняються від гранул, виготовлених з деревної біомаси.

Біопаливо тваринного походження.

Поряд з дровами ще за старих часів люди почали застосовувати паливо тваринного походження, а саме кізяки – висохлий гній домашніх тварин. Сучасні технології сушіння і переробки подібного сировини дозволяють отримувати тверді різновиди біопалива, абсолютно позбавлені неприємного запаху.

З давніх-давен кочові народи застосовували в якості пального висушений гній коней, верблюдів, великої рогатої худоби. В даний час з відходів життєдіяльності домашніх тварин виготовляється біопаливо у вигляді брикетів або пеллет.

Оскільки в даний час відходи тваринництва накопичуються в промислових масштабах, виготовлення з них палива одночасно вирішує питання про їх утилізації.

Рідке біопаливо

Рідкі варіанти біопалива, що відрізняються безпекою і екологічністю, здебільшого застосовуються в якості заміни бензину та інших подібних засобів. До числа найбільш поширених варіантів відносяться біоетанол, біометанол, біобутанол, біодизель, диметиловий ефір.

Біоетанол з рослинних культур – поширене рідке біопаливо, яке використовується для заправки автомобілів. Хоча чисте речовина не застосовується в якості пального, його добавка в бензин сприяє поліпшенню

роботи двигуна, збільшення його потужності, здійснення контролю за нагріванням двигуна, зниження викидів вихлопних газів.

На багатьох автозаправках Європи, Азії, Північної та Південної Америки пропонується не тільки традиційне пальне, а й різні види біопалива, перш за все суміші, що містять біоетанол.

Біоетанол оцінили також любителі камінів. Ця речовина має хорошу тепловіддачу, до того ж при його горінні не утворюється сажа або дим, а кількість вуглекислого газу зводиться до мінімуму. Завдяки таким особливостям біопальне можна застосовувати навіть для топки камінів в багатоквартирних будинках.

Вироблення біоетанолу здійснюється з сировини першого покоління, що містить крохмаль або цукор. Зернові, кукурудза, цукровий очерет, буряк переробляються за технологією спиртового бродіння.

Серйозним недоліком біоетанолу є те, що при згорянні етанолу у вихлопних газах двигунів з'являються альдегіди (формальдегід і ацетальдегід), які завдають живим організмам не менший збиток, ніж ароматичні вуглеводні.

Біометанол з одноклітинних водоростей – вид рідкого біопалива на основі метилового (деревного) спирту, одержуваного шляхом сухої перегонки відходів деревини і конверсією метану з біогазу. Виробництво біомаси може здійснюватися шляхом культивування фітопланктону в штучних водоймах, створюваних на морському узбережжі. Вторинні процеси являють собою метанове бродіння біомаси і подальше гідроксилювання метану з отриманням метанолу.

Подібна речовина є аналогом звичайного метанолу, який широко застосовується для виробництва ряду хімічних сполук (оцтова кислота, формальдегід), а також використовується в якості антифризу і розчинника.

Вперше питання про виробництво цього виду біопалива було піднято в 1980-х роках, коли група вчених запропонувала отримувати рідку субстанцію шляхом біохімічної трансформації морського фітопланктону, культивування якого буде проводиться в спеціальних водоймах.

Біометанол має ряд потенційних переваг:

- Високу енерговіддачу (14 при отриманні метану, 7 при виробленні метанолу).
- Відмінну продуктивність фітопланктону (до 100 тонн з гектара в рік).
- Невимогливість одноклітинних організмів, для культивування яких не потрібна прісна вода, родючі ґрунти.
- Збереження землеробських ресурсів, оскільки фітопланктон вирощується в ставках або морських затоках [7].

Хоча промислове виготовлення біометанолу досі не налагоджено, в даний час ведуться наполегливі дослідження і розробка технологій для розвитку виробництва цього виду альтернативного пального.

З точки зору отримання енергії дана біосистеми має істотні економічні переваги в порівнянні з іншими способами перетворення сонячної енергії.

Біобутанол -C₄H₁₀O – бутиловий спирт. Безбарвна рідина з характерним запахом. Широко використовується у промисловості. Виробництво бутанолу почалося на початку ХХ століття. У 50-х роках через падіння цін на нафту бутанол почали воробляти з нафтопродуктів.

Бутанол не володіє корозійними властивостями, може передаватися існуючою інфраструктурою. Може, але не обов'язково повинен, змішуватися з традиційним паливом. Енергоємність бутанолу близька до енергоємності бензину. Бутанол може використовуватися в паливних елементах, а також як сировина для виробництва водню.

Сировиною для виробництва біобутанолу можуть бути цукрова тростина, буряк, кукурудза, пшениця, а в майбутньому і целюлоза.

Диметиловий ефір (ДМЕ) – C₂H₆O може вироблятися як з вугілля, природного газу, так і з біомаси. Велика кількість диметилового ефіру виробляється з відходів целюлозно-паперового виробництва. Скраплюється при невеликому тиску.

Диметиловий ефір – екологічно чисте пальне без вмісту сірки, вміст оксидів азоту у вихлопних газах на 90% менший, ніж у бензині. Застосування диметилового ефіру не вимагає спеціальних фільтрів, але необхідна переробка систем живлення (установка газобалонного обладнання, коректування сумішоутворення) та запалювання двигуна. Без переробки можливе застосування на автомобілях з LPG-двигунами при 30% вмісті в паливі.

Диметиловий ефір вважається перспективним варіантом автомобільного палива. Машини з двигунами, розрахованими на це пальне, розробляють такі великі компанії, як Volvo, SAIC Motor, KAMAZ, Nissan [16].

Без будь-яких переробок можна використовувати комбіноване паливо, що містить 30% диметилового ефіру в машинах, які оснащені LPG-двигунами.

Рідке пальне може проводитися з різної сировини: природного газу, вугільного пилу, біомаси і перш за все із залишків целюлозно-паперового виробництва, схильних до трансформації в рідину при невеликому тиску.

Біодизель – паливо на основі жирів тваринного, рослинного і мікробного походження, а також продуктів їх етерифікації.

Для отримання біодизельного палива використовуються рослинні або тваринні жири. Сировиною можуть бути рапсове, соєве, пальмове, кокосове масло, або будь-яке інше масло-сирець, а також відходи харчової промисловості. Розробляються технології виробництва біодизеля з водоростей.

Речовина безпечна для людей і тварин, практично повністю розкладається в землі за 28 днів, а також має відносно високу (<100) температуру згоряння. Біодизель знижує відсоток вихлопів шкідливих газів, а таєож продовжує термін експлуатації двигуна, оскільки має в своєму складі мастильні компоненти.

Пальне застосовується для заправки двигунів як самостійно, так і в комбінації зі звичайним паливом. Слід враховувати лише невеликий термін зберігання біологічної речовини: через три місяці починається розпад біологічного речовини з повною втратою властивостей.

Для біодизеля в країнах ЄС був прийнятий спеціальний стандарт EN14214. У ряді країн діє також стандарт EN590, що допускає добавку 5% біодизеля в інше паливо.

Енергетичні властивості рідкого біопалива відрізняються від традиційного так:

- температура згоряння приблизно на 12% нижча;
- вміст кисню дозволяє знизити подачу повітря на 13% чи, при однаковій подачі повітря, будь-який коефіцієнт надлишку повітря в 1,16 разавищий;
- падіння енергетичних параметрів при робочому навантаженні двигуна коливається в межах 4-5 %;
- витрати вищі на 5-8 %;
- більшість тракторів можуть працювати на біологічному дизельному паливі без переробки [16].

Газоподібне біопаливо

До основних різновидів газоподібного біологічного палива відносяться біогаз і біоводень.

Біогаз – продукт зброжування органічних відходів (біомаси), що представляє суміш метану і вуглекислого газу. Розкладання біомаси відбувається під впливом бактерій класу метаногенів.

Біогаз є практично повний аналог природного газу: в ньому міститься 13-50% CO₂, 49-87% метану, а також домішки H₂ і H₂S. Якщо ця речовина очистити від вуглекислого газу, можна отримати биометан.

Газоподібне біопаливо виготовляється з біомаси методом водневого або метанового бродіння. Останнє викликається трьома видами мікроорганізмів: спочатку сировину піддається впливу гідролізних бактерій, які потім змінюються кислотоутворючими і метаноутворюючими мікробами.

Виробництво біогазу може вестися на промислових і кустарних пристроях. Найбільш поширений спосіб виробництва – аеронобное зброжування в метантанк

В якості сировини можуть застосовуватися різноманітні матеріали: силос, гній, водорості, стічні води, послід, фекальні залишки, побутові відходи. Вихідна речовина наводиться в гомогенне стан, після чого його за допомогою навантажувача його поміщають в реактор. Там підтримується комфортна температура в + 35-38°C, необхідна для здійснення процесу метанового бродіння [14].

Сировина постійно перемішується, при цьому утворюється газоподібний продукт відводиться в газгольдер (блок для зберігання), звідки він потрапляє в електрогенератор.

Виробництво біогазу дозволяє скоротити кількість викидів метану в атмосферу. Метан вносить серйозні корективи до стану атмосфери Землі. Формується так звана «лінза» зі всіляких газів і особливо з'єднань вуглецю, яка перешкоджає виходу тепла в космічний простір. Таким чином, тепло концентрується в самій атмосфері, і на планеті стає все спекотніше і спекотніше. В цьому процесі метан має в 21 раз сильніший негативний вплив, ніж двоокис вуглецю. Таким чином виробництво біогазу і подальше його використання для виробництва тепла і електроенергії є найефективнішим засобом боротьби з глобальним потеплінням. Біомаса, яка залишається після переробки відходів може використовуватись в сільському господарстві як добриво. Причому такі добрива значно краще і ефективніше впливають на ґрунт, на розвиток рослин та на ґрутові води, на відміну від штучних добрив.

Біоводень - різновид газоподібного біопалива, що представляє собою аналог звичайного водню, отримують з біомаси за допомогою біохімічного або термохімічного методів.

При термохімічної способі підготовлену сировину (наприклад, відходи деревини) нагрівають до температури 500-800°C без доступу кисню, при цьому виділяються гази H₂, CO, CH₄.

Перспективним методом вироблення біоводню є біофтоліз. У цьому випадку газ проводиться за допомогою водоростей, які поміщаються в морську воду, каналізаційні стоки.

При біохімічному способі сировину витримується в комфортних умовах при нормальному тиску і температурі приблизно в 30°C. У біомасу вносяться спеціальні мікроорганізми *Enterobacter cloacae*, *Rodobacter speriodes*, які розкладають вихідний продукт, виділяючи водень. Для прискорення виробництва з використанням полісахаридів допускається внесення ензимів.

Біоводень можна одержувати термомеханічним способом з відходів деревини, однак собівартість даного методу поки занадто висока.

Застосування водню на транспорті й в енергетиці в наш час обмежено відсутністю розвинutoї інфраструктури, тому поки що створюються лише концептуальні моделі водневих автомобілів і техніки, що працює на паливних водневих елементах [7].

Ускладнюють можливість використання водню як палива також проблеми безпеки: водень може створювати з повітрям вибухонебезпечну суміш — гrimучий газ; зріджений водень має виняткові проникаючі властивості, вимагаючи застосування особливих матеріалів.

Однак, за екологічними параметрами безпеки, водню немає рівних. Реакція розкладання водню — $H_2 + 0,5O_2 = H_2O$ — супроводжується виділенням великої кількості енергії (285,8 кДж/моль). При цьому не відбувається ніякого забруднення атмосфери, тому що в результаті реакції утворюються тільки пари води.

Залежно від вихідного матеріалу, що використовується для виробництва, біологічне паливо поділяють на кілька поколінь:

- *біопаливо першого покоління* – його отримують, використовуючи традиційні технології з рослинних і тваринних жирів, а також крохмалю і цукру.

Як біопаливо першими почали використовувати традиційні сільськогосподарські культури з високим вмістом жирів, крохмалю, вуглеводів. Рослинні жири добре піддаються перетворенню на біодизель. Рослинні крохмаль і цукри переробляються на етанол. Однак використання таких сировин виявилося вкрай незручним: крім витратного

землекористування, виснаженням ґрунтів і потребами в їх обробці, додаванні добрив та пестицидів виникають відповідні проблеми із реалізацією харчових продуктів на ринку.

Здебільшого джерела сировини відносяться до продуктової групи, що викликає хвилю критики, так як виробництво біопалива скорочує кількість продуктів і викликає зростання їх вартості. Інший недолік – такий вид біопалива достатньо дорогий, для його виробництва потрібна додаткова підтримка (субсидування) держави [17].

- *біопаливо другого покоління* – різні види палива, отриманого методами піролізу біомаси, а також інші види палива (крім метанолу, етанолу, біодизелю), вироблені із джерел сировини «другого покоління».

Джерелами сировини для біопалива другого покоління є лігніт-целюлозні сполуки, які залишаються після виділення придатної для використання у харчовій промисловості біологічної сировини. Використання біомаси для виробництва біопалива другого покоління спрямовано на скорочення кількості використаної землі, придатної для ведення сільського господарства. Рослини — джерела сировини другого покоління представлені:

- Водорості — прості організми, пристосовані до росту в забрудненій або солоній воді (містять у 200 разів більше олії, ніж джерела першого покоління, такі як соєві боби);
- Рижій (рослина) — рослина, яка росте в ротації з пшеницею та іншими зерновими культурами.
- Ятрофа — рослина, яка росте в посушливих ґрунтах; вмістом олії в якій складає від 27 до 40 % залежно від виду.

Швидкий піроліз дозволяє перетворити біомасу в рідину, яку легше і дешевше транспортувати, зберігати і використовувати. З рідини можна виготовляти автомобільне паливо або паливо для електростанцій.

З біопалива другого покоління, що реалізуються на ринку, найбільш відомими є BioOil виробництва канадської компанії Dynamotive і SunDiesel і німецької компанії CHOREN Industries GmbH.

За оцінками Німецького Енергетичного Агентства (Deutsche Energie-Agentur GmbH) при існуючих технологіях виробництво палив шляхом піролізу біомаси може покрити 20 % потреб Німеччини в автомобільному паливі. До 2030 року, з розвитком технологій, піроліз біомаси може забезпечити 35 % від споживання автомобільного палива. Собівартість виробництва складе менше €0,80 за літр палива.

Окрім цього, була Створена «Піролізна мережа» — дослідницька організація, що об'єднує дослідників з 15 країн Європи, США і Канади.

Досить перспективним є також використання рідких продуктів піролізу деревини хвойних. Наприклад, суміш із 70 % живичного скипидару, 25 % метанолу і 5 % ацетону, тобто фракцій сухої перегонки смолистої деревини сосни, з успіхом може застосовуватися як заміна бензину марки А-80. При цьому для перегонки застосовуються відходи дереводобувних процесів: сучки, пеньки, кора. Вихід паливних фракцій складає до 100 кілограмів від 1 тонни відходів. Основні недоліки сировини другого покоління — задіяні земельні ресурси та відносно невисока віддача з одиниці площі.

Для його виробництва використовується біомаса, що складається з нехарчових або залишкових частин рослин: лушпиння, листя, стебла, а також деревна стружка, м'якоть овочів і фруктів, що залишається після віджимання соку і т.д. Сучасні технології дозволяють отримати корисну сировину з волокнистої або деревної біомаси, в яких міститься лігнін або цукор, з яких надалі отримують біопаливо [18].

- *біопаливо третього покоління* – перспективна технологія, що дозволяє отримувати дешеве біопаливо після переробки водоростей. Водорості – високопродуктивне і одночасно – дешева сировина. З одного гектара водоростей можна отримати в 30 разів більше енергії, ніж з гектара сої. Проблемним є питання відведення площ, на яких буде проводитися вирощування водоростей у промислових масштабах.

Департамент Енергетики США з 1978 року по 1996 роки досліджував

водорості з високим вмістом олії за програмою «Aquatic Species Program». Дослідники прийшли до висновку, що Каліфорнія, Гаваї і Нью-Мексико придатні для промислового виробництва водоростей у відкритих ставках. Протягом 6 років водорості вирощувалися в ставках площею 1000 м². Ставок в Нью-Мексико показав високу ефективність в захопленні CO₂. Врожайність складає більше 50 г. водоростей з 1 м² в день. 200 тисяч гектарів ставків можуть виробляти паливо, достатнього для річного споживання 5 % автомобілів США. Причому 200 тисяч гектарів — це менше 0,1 % земель США, придатних для вирощування водоростей. У цій технології ще залишаються актуальними безліч проблем.

Наприклад, водорості потребують високої температури, для їх культивування добре підходить пустельний клімат, але також потрібна певна температурна регуляція при нічних перепадах температур. В кінці 1990-х років технологія не потрапила в промислове виробництво через низьку вартість нафти.

Крім вирощування водоростей у відкритих ставках існують технології вирощування водоростей в малих біореакторах, розташованих поблизу електростанцій. Скидне тепло ТЕС здатне покрити до 77 % потреб у теплі, необхідного для вирощування водоростей. Ця технологія не вимагає спекотного пустельного клімату [16].

З РАПС – ЯК ПАЛИВО ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РЕСУРС

Наявність біологічних видів палива в енергетичному балансі кожної країни стає все більш актуальним питанням в контексті енергетичної та екологічної безпеки. Тому сільське господарство відіграє важливу роль джерела поставки сировини не тільки для харчової промисловості, а й для енергетичної галузі. З огляду на великий аграрний потенціал України, можна частково забезпечити себе власними біоенергетичними ресурсами, що сприятиме зменшенню залежності від імпорту енергоносіїв та поліпшення навколишнього середовища.

Україна має великий потенціал для виробництва біопалива. Для цього, зауважують фахівці, країна має і чималі площі для вирощування відповідних культур, і досвід. Утім екологи радять не поспішати з такими, на перший погляд, райдужними проектами [16].

У добу високих цін на нафту та похідні енергоносії, а також через загрозливу ситуацію для світового довкілля закономірно постає питання про альтернативні джерела енергії. Вони покликані бодай дещо зменшити згубний вплив людської індустрії на природу. Новий український уряд, вочевидь, також ставить перед собою це питання. Про це свідчать його плани співпраці з Німеччиною щодо виробництва рапсу і переробки його на біопаливо. З точки зору екологічної безпеки біопаливо є значно менш шкідливим для довкілля, аніж паливо викопного походження, як, наприклад, бензин, який отримується з переробки нафти.

Люди століттями використовують ріпакову олію для приготування їжі та освітлення своїх будинків. Сьогодні ріпак перетворився в повноцінну сировину для виробництва біодизеля, особливо в Європі. Тому не дивно, що в Україні з її родючими грунтами, достатньою кількістю опадів і помірним кліматом ріпак досить популярний і займає 789 100 га (2017 р.). При цьому він відмінно

підходить для виробництва екологічного палива. Більш того: масло з цієї рослини має майже ідеальний жирнокислотний склад для виготовлення якісного біодизеля. Висока врожайність ріпаку дозволяє підтримувати рентабельність його вирощування, а також виробництво ріпакової олії, яке безпосередньо перетворюється в біодизельне паливо. Біодизель, виготовлений з ріпаку, дуже ефективний, особливо для важкої техніки, і фермерські господарства можуть його виробляти самі для себе [17].

З Німеччини ріпак потрапив до Західної України, де у наш час займає досить стійке становище. Значно раніше, очевидно, ще на початку XIX ст., і не з Середньої Європи, а з районів Середземномор'я культура ріпака з'явилася на півдні України під назвою «ріпове сім'я».

У кінці XIX ст. разом з пом'якшенням хлібної кризи і підвищенням попиту світового ринку на зерно з Російської імперії, в основному на пшеницю, почали скорочуватися посіви ріпака. Разом з тим ріпак ще деякий час (аж до революції) утримувався в Україні, займаючи досить значні площи (порядка 30-40 тис. га) і залишаючись основною олійною культурою, оскільки соняшник займав тоді в Україні всього близько 10 тис. га.

До початку 50-х років виробництво ріпаку в СРСР було майже повністю згорнуто. Основна причина — інтенсивний розвиток виробництва соняшника, з яким ріпак не міг конкурувати економічно. Свою роль зіграла також відсутність продуктивних сортів і ефективних засобів захисту рослини від шкідників [18].

Завдяки тому, що ріпак може ефективно використовуватися для виготовлення біопалива, на початку ХХІ ст. в Україні ця культура почала завойовувати нові площи. Відомим є той факт, що німецькі виробники біопалива мали намір орендувати з 2008 року сільськогосподарські угіддя в Україні площею у 50 тис. га, щоб забезпечити себе сировиною на тривалий час.

Вирощування ріпаку в Україні можна порівняти з хвилями прибою. Його популярність зростає, багато господарств починають вирощувати культуру, через деякий час ентузіазм поступово спадає, а ще через якийсь час — зростає

знову. Таке хвилеподібне вирощування пов'язане в першу чергу з тим, що ріпак — дуже неоднозначна культура.

З одного боку, він дійсно вигідний і має велике господарське значення як джерело високоякісної олії. Це продукт експортоорієнтований, з яким досить просто потрапити на найбільші світові ринки. З іншого ж боку, ріпак — досить ризиковано у вирощуванні культура, яка у невдалий рік замість очікуваних прибутків може стати джерелом самих лише збитків [19].

Краще розуміння ринку біопалива та перспектив його зростання вимагає розгляду базових характеристик біодизеля і рослинних масел, враховуючи особливості технологічного процесу.

В якості сировини для виробництва біодизеля найчастіше використовують насіння ріпаку. До недавнього часу в сівозмінах ріпак займав незначне місце - сіяли його переважно на технічні потреби для легкої і харчової промисловості. Сьогодні ця культура має пріоритетне значення насамперед для сільськогосподарських підприємств, з огляду на високу рентабельність виробництва.

Соняшник в Україні вирощують для використання у продовольчій галузі, а ріпак і соя потенційно можуть набути широкого технічного застосування як сировина для виробництва біопалива. У 2014 р. валовий збір ріпаку був близько 2198 тис. т, що на 6,5% менше від досягнутого рівня в 2013 р., хоча це майже вдвічі більше, ніж у попередні проаналізовані періоди.

Вироблене в Україні насіння повністю експортується, незначна їх частина залишається для внутрішнього споживання. Так, в 2014 експорт ріпаку склав 1900 тис. т, що відповідає близько 84,3% загальної пропозиції насіння, тоді як внутрішня переробка склала лише 6,8% (внутрішнє споживання - 153 тис.т).

Таким чином, можна сказати, що внутрішній попит на насіння ріпаку незначний, оскільки для продовольчих цілей використовується соняшник, а для виробництва біопалива не створено достатньо умов - економічних, технічних, законодавчих [17].

Однак підвищення світових цін на насіння олійних культур і рослинного масла має сприяти і надалі розширення площ, а також збільшення їх валових зборів. Біодизель виробляють за допомогою хімічної реакції рослинного масла і етанолового або метанолового спирту в процесі етерифікації. Метанол поширений у використанні, оскільки порівняно дешевше етанолу (частка в процесі виробництва становить 7,5%). При використанні етанолу можуть виникнути деякі труднощі з відділенням побічної продукції (гліцерину) від біодизеля і можуть збільшитися енергетичні витрати.

За технічними ознаками біодизель характеризується як метиловий ефір олеїнової кислоти. Рапсове масло є домінуючою сировиною в Європі для його виробництва. У США біодизель виробляють в основному з соєвого масла, незважаючи на те, що воно присутнє в такій кількості, як всі інші рослинні олії і жири разом узяті. У тропічних і субтропічних країнах вирощують велику кількість олійних культур, зокрема для виробництва біодизеля використовують пальмову, кокосову олію і ятрофу.

Біодизель без праці можна використовувати як суміш з дизельним паливом в сучасних двигунах. Широку популярність придбала суміш біодизеля з часткою 20% в дизельному паливі (B20), хоча використовують і суміші з більш низьким ступенем біодизеля - 1, 2, 5%. Чистий біодизель (B100) користується високим попитом у багатьох країнах, особливо в Німеччині. Однак при низьких температурах він, як і сумішеві палива, тягне за собою застосування спеціальних антифризних засобів безпеки, оскільки паливо розшаровується з утворенням шарів льоду. Недоліком також є гігроскопічність пального, тобто його властивість поглинати вологу з атмосфери, що викликає корозію елементів паливної системи. Біодизель агресивний по відношенню до гумових деталей, тому деякі двигуни доводиться видозмінювати [20].

В цілому, біодизельне паливо безпечно у використанні, піддається біологічному розщепленню. Його застосування сприяє зменшенню викидів оксиду вуглецю, вуглеводнів та інших токсичних газів в атмосферу,

поліпшення мастильних властивостей дизельного палива і підвищення цетанового числа до мінерального пального.

Якість біодизеля має відповідати вимогам, які прописані стандартами і нормами. Наприклад, в ЄС якість такого виду палива визначає діюча з листопада 2003 року в усіх країнах ЄС норма EN 14214, в Німеччині - DIN EN 14214. Ці норми є основними для виробників автомобілів про дозвіл на випуск двигунів, які споживають біодизель. У Німеччині цей стандарт входить як технічна база до постанови уряду «Про вимоги до палива і його маркування». Контроль якості проводиться, починаючи від виробництва до реалізації, транспортування і застосування. У Німеччині біодизель можна продавати тільки тієї якості, яке відповідає цій нормі. Дотримання вимог якості регулярно перевіряють відповідні відомства федеральних земель. Крім державного контролю, в Німеччині створено робочу групу з менеджменту якості біодизеля (нім. Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V. (AGQM)), члени якої здійснюють п'ятиступінчастий контроль системи якості біодизеля (на добровільних засадах). З наявних близько 1900 автозаправних станцій в цю групу входить більше 1300, причому якість біодизеля віdstежується від виробництва до споживання. Вимога якості за цією системою навіть вище, ніж того вимагають європейські норми [21].

Як пальне використовують також рослинну олію, однак властивості ріпакової олії в порівнянні з дизельним паливом істотно відрізняються, головним чином, високою в'язкістю при низьких температурах. Рослинну олію не можна використовувати для звичайного дизельного двигуна - для цього він вимагає спеціального переобладнання або навіть заміни на так званий Ельсбетт-двигун (англ. - Elsbett engine, похідне від прізвища інженера-розробника).

За багатьма технічними причинами змішувати рослинне масло з традиційним пальним складно. Однак деякі тропічні рослинні олії, наприклад кокосове, яке більш насичене, дозволяється змішувати безпосередньо з дизпаливом. У тропічних регіонах є великий потенціал для використання суміші рослинного масла з дизельним паливом без технічного переобладнання

двигуна. Однак виробники двигунів не надають гарантій роботи двигунів на рослинному маслі. Крім того, розвиток сучасних двигунів ведеться в напрямку вдосконалення систем електронного управління двигунів і регулювання процесу згоряння, які, як правило, не придатні для роботи на рослинному маслі.

Для стимулювання розвитку виробництва біопалива уряди багатьох країн впроваджують механізми підтримки цього напрямку і подальшого розвитку галузі на коротко- або довгострокову перспективи. Поставлені цілі і очікувані результати від застосування біологічних видів палива відрізняються від країни до країни, але в цілому вони об'єднані потрійною мотивацією:

- вичерпністю нафти і зростаючою залежністю країни від її імпорту, а також підвищеннем цін на нафтопродукти;
- зростанням викидів вуглецю та інших шкідливих речовин як головних чинників зміни клімату та рівноваги в екосистемі;
- розвитком нових ринків для сільського господарства [16].

Всі вітчизняні виробники біопалива працюють в основному на експорт. 80% з усіх вироблених біопродуктів відправляється на зарубіжні ринки. Експортують і сировину для виготовлення біопалива, наприклад, на заморські заводи відправляється понад 90% вітчизняного ріпаку.

Це пов'язано з тим, що споживання біопалива настільки зросла, що виробничих потужностей Україні не вистачає для задоволення існуючого попиту. В Європі як приватні будинки, так і державні установи активно переходят на використання біопалива, тому що тепловіддача пелет і газу приблизно однакова (різниця в 0,2 кДж), а ціна альтернативного палива на 200-250% нижче.

Країни-імпортери вказують певну суму, яку вони готові заплатити за одиницю товару, і український виробник орієнтується на цю пропозицію. Попит усередині країни можна назвати задоволеним: вже і держава інвестує в ці програми. Зростає ринок - зростає і виробництво біопалива. Якщо не буде ніяких заборон, наприклад на деревообробну промисловість, то виробництво альтернативного палива буде щорічно збільшуватися [20].

Але поки альтернативні види енергії становлять не більше 1% в енергетичному балансі країни. Можливості біопалива використовуються всього на 0,8%. Теоретично протягом 5-6 років можна довести частку альтернативної енергії в Україні до 10-15%. Це реально, але потрібні зовсім інші інвестиційні умови, більш легкий доступ до довгострокових кредитів, покращення підприємницького клімату, захист прав власності.

У країнах Євросоюзу виробництво біодизелю має істотну державну підтримку. У Німеччині біопаливо не обкладається мінеральними й екологічними податками, існує система дотування вирощування ріпаку. У Франції податкова знижка становить 0,35 EUR/л біодизельного палива. В Іспанії автомобілістам, які використовують таке пальне, дозволена безкоштовне внутрішньоміське паркування. В цілому по Європі 1 л біодизелю на EUR 0,1 - 0,15 дешевше, ніж дизельне паливо.

В Україні, за різними даними, собівартість 1 л біодизелю становить 14,65 грн. Вартість такого палива залежить від ряду факторів, таких як врожайність ріпаку, ефективність використання соломи і шроту, вартість хімічних інгредієнтів (метанолу і лугу), глибина переробки гліцеринової води, якість технологічного процесу одержання біодизеля [17].

Ріпак є однією з найперспективніших олійних культур в загальносвітовому виробництві рослинних масел. Наприкінці ХХ ст. ріпак набув енергетичного значення як біопаливо. В Україні ріпак був основною олійною культурою у XIX ст. В XX ст. ріпак у ході історичного розвитку агропромислового виробництва був витіснений іншими олійними культурами, насамперед, соняшником. Зацікавленість до розвитку ріпаківництва в Україні повернувся у 1990-х роках, що пов'язано із зростанням попиту на ріпак у Європі і загальною тенденцією до переходу на альтернативні джерела енергії.

Зростання потужностей з переробки ріпака на біодизель зросли у світі і постійно зростають, що перш за все пояснюється збільшенням попиту на біодизель. Провідний світовий виробник ріпаку сьогодні - Китай, що випередив Канаду (яка лідує у виробництві високоякісного насіння ріпаку) і Індію. В

сумі ці три країни збирають 57% світового урожаю. Очевидно що і в найближчому майбутньому зростання зборів ріпаку відбудеться в Китаї, Канаді, Індії, а також в США, тоді як в країнах ЄС збори залишаться незмінними або дещо знизяться. В Східній Європі найбільші урожаї ріпаку припадають на Чехію і Польщу. Головні регіони світу по виробництву насіння ріпаку: Азія - 46,8% світового виробництва, Європа- 30,3%, Північна Америка - 19,2%. Отже, ріпаківництво є однією з найбільш економічно привабливих галузей рослинництва, оскільки це, насамперед, енергетична культура [20].

3.1 Ріпак – екологічна катастрофа для України

Нешодавно довелося почути, як один із чиновників говорив про те, що кожна вкладена у вирощування ріпаку гривня, приносить 50 копійок прибутку, а тому площі під цією культурою на Полтавщині збільшуються щороку. Здавалося б, що в цьому поганого? Рентабельна культура приносить непогані прибутки і дає змогу розвиватися сільському господарству.

Однак детальніша оцінка «розширення площ посіву ріпаку» наштовхує на думки про сумні перспективи «житниці Європи». Попри стабільний попит на біодизель у країнах ЄС, які у переважній більшості закуповують український ріпак, маємо дуже шкідливий побічний ефект. Ріпак — це справжня екологічна катастрофа для української землі. І ось чому. Оскільки доволі часто порушуються правила вирощування цієї культури, а саме сівозміни, то після ріпаку впродовж довгого часу взагалі не може рости жодна культура.

Такої «розкоші» із знищенння родючості власної землі не дозволяє собі жодна країна Європи.

Щорічно Україна експортує сировину для рапової олії на мільйони доларів. Основними країнами імпортерами є Польща та Литва, які її переробляють та вже видають на ринок кінцевий продукт. Вони отримують надлишкову вартість, тим самим забезпечуючи собі більший прибуток,

утворюють робочі місця в своїх державах, але водночас не погіршують екологічну ситуацію та не виснажують власні землі.

На сьогодні в Україні «важкими» технічними культурами зайнято вдвічі більше землі, ніж це дозволяють робити норми сівозміни. Технічна ж відсталість українських сільгоспідприємств призводить до виснаження землі, засіяної ріпаком. Схоже, що поступово до цієї сумної тенденції долучається і Полтавщина. Однак, що не менш небезпечно, прибутки від ріпаку отримують переважно великі сільгоспідприємства, які беруть в оренду земельні паї у селян, виснажуючи їх вже за кілька років. Тобто, «ріпак» аж ніяк не сприяє появі нового селянського середнього класу, а навпаки — веде до ще більшого зубожіння українського селянина.

Вже у найближчий десяток років таке «господарювання» може обернутися повним занепадом місцевої харчової промисловості — для неї просто бракуватиме сировини. Відповідно, люди втратять роботу, споживач — якісну продукцію місцевого виробництва, а самі селянські господарства залишаться з безплідними пустелями.

Загалом технічні культури повинні вирощуватися, але здебільшого у тих регіонах, де нічого більше не може рости.

Підсумовуючи, слід зауважити, що земля є всенародним надбанням, а тому питання використання і збереження — це наша спільна відповідальність. Громада має вирішувати, як берегти спільне багатство — землю, яким чином розвивати власний аграрний сектор. Тим паче, що подібні питання стосуються ще й екологічної безпеки, перспектив Полтавщини, як краю аграрного. І до розгляду цих питань необхідно долучати широкі маси.

Якщо ж ріпакові поля будуть настільки швидко поширюватися, а ми просто споглядатимемо, то незабаром залишимося без родючих ґрунтів, в той час, як Європа, яка купує у нас ріпак, збереже родючість своєї землі.

Розвивати національну економіку, впроваджувати інновації і примножувати багатства країни необхідно лише шляхом «балансу і гармонії», а не методом «випаленої землі» [22].

3.2 Позитивна складова

Оцінюючи переваги біопалива для автомобілів, найчастіше на перше місце ставлять два фактора.

Перший – біопаливо відноситься до поновлюваних джерел енергії. Якщо запаси нафти – викопний кінцевий ресурс, то сировина для отримання біопалива (в основному – сільськогосподарські енергоємні культури та відходи їх переробки, в перспективі – водорості і т.д.) – ресурс поновлюваний, який може постійно відтворюватися в необхідних для споживання кількостях. Враховуючи обмеженість інших видів палива, біологічне має циклічний характер, і тому можна стверджувати, що воно ніколи не скінчиться. Діяльність людини завжди матиме продукти відходу, тож таким чином створюється відмінна основа для виробництва. Особливо «багатим» на сировину являється сільське господарство, адже гній, рештки рослин та продукти життєдіяльності тварин постійно утворюються під час робочого процесу.

Хоча, на думку дослідників, існуючих покладів сирої нафти вистачить як мінімум на кілька сотень років, копалини запаси все-таки кінцеві. Біопаливо, що виготовляється з рослин та відходів життєдіяльності тварин, відноситься до числа відновлюваних ресурсів, яким в доступному для огляду майбутньому не загрожує зникнення.

Другий фактор – екологічна нейтральність (безпека) використання біопалива. Широке впровадження біопалива розглядається як один з найбільш ефективних способів протистояти глобальному потеплінню. Спалювання біопалива не призводить до утворення великого об'єму вуглекислого газу, а значить – знижує вплив парникового ефекту. Сучасні дослідження показали, що

використання автомобільного біопалива на 65% знижує викид парникових газів. Крім того, вирощування рослин й сільгоспкультур, що йдуть на переробку для отримання біопалива, призводить до часткового поглинання оксиду вуглецю, котрий знаходиться в атмосфері [23].

Варто відзначити ще ряд факторів, які говорять на користь біопалива для автомобілів:

1. Скорочення викидів парникових газів, вплив на атмосферу. Викопне паливо (вугіль, нафта) під час процесу горіння викидає в повітря значну кількість вуглекислого газу. Такі маніпуляції сприяють утворенню озонових дір в атмосфері, впливають на розвиток глобального потепління у світі, погіршують якість повітря. Як зазначають дослідники, на відміну від викопного палива, біологічне здатне зменшити кількість викидів парникових газів до показника 65%. Також варто зазначити, що під час вирощування культур для біологічного палива відбувається поглинання оксиду вуглецю, що задовільно впливає на стан атмосфери і повітря в цілому.

2. Економічна безпека та стабільність. Не кожна країна багата запасами нафти, деякі взагалі не мають подібних родовищ. І тут в хід гри вступають торгові відносини між іншими державами, налагоджуються імпортно-експортні шляхи. Однак, закупівля й переробка нафтової сировини значно впливає на бюджет країни, створюючи економічні дірки. Біологічне паливо надає можливість отримати економічну незалежність та екологічну безпеку, так як продукти розпаду менше шкодять довкіллю або взагалі не впливають на нього. Таким чином також забезпечується населення стабільними й прибутковими робочими місцями, адже постійне відновлення ресурсів вимагає оброблення.

3. Транспорт і біологічне паливо. Яскравим прикладом позитивного впливу біопалива на навколошнє середовище являється його взаємодія з транспортом. Наразі такий вид палива не надто популярний в Україні, хоча і набирає поступових обертів. Фахівці й власники автівок зазначають, що біопаливо прекрасно адаптується до автомобілів старих та нових зразків, при цьому відбувається менший викид шкідливих речовин в атмосферу, адже даний

ресурс є екологічно чистим. Завдяки спеціальному складу, біопаливо дозволяє заощаджувати на технічному обслуговуванні транспорту. В перспективі, при масовому виробництві біопаливо стане доступним усім водіям, при чому його вартість значно поступиться бензину.

4. **Низька собівартість** – саме паливна криза стала причиною різкого зростання інтересу до біопалива та масового його впровадження. В цілому, вартість біопалива для автомобілів майже на порядок нижча, ніж вартість звичайного палива (бензину або дизелю). Важливо, що ціна біопалива менш схильна коливань, адже ціна бензину безпосередньо пов'язана з поточною вартістю нафти на міжнародних спекулятивних ринках. Стабільність ціна біопалива дозволяє робити більш точні економічні прогнози й планувати розвиток господарської діяльності.

5. Використання біопалива дозволяє заощадити на обслуговуванні автомобіля, особливо коли мова йде про моделі двигунів, спеціально адаптовані для біопалива. Як відомо, з часом бензиновий двигун збільшує викиди CO₂, що вимагає додаткових витрат на контроль за рівнем таких викидів. Ще один плюс – використання біопалива знижує забруднення двигуна (при згорянні не утворюється сажа та гар) та не засмічує паливну систему – все це в комплексі призведе до зниження витрат на проведення техобслуговування.

6. **Мобільність** – використання, наприклад, електромобілів прямо пов'язане з розвитком мережі електрозаправок, що вимагає додаткових капіталовкладень. Крім того, зарядка акумулятора не може бути виконана протягом короткого часу – це досить тривалий процес. Для автомобільного біопалива може бути задіяна вже існуюча інфраструктура автозаправок. Окремо варто відзначити той факт, що біопаливо для автомобілів дуже легко доставити до пункту заправки, воно стабільне й не втрачає своїх властивостей під час транспортування.

Біологічне паливо відрізняється від інших варіантів альтернативних джерел енергії своєю мобільністю. У конструкції солярних і вітряних установок зазвичай входять важкі акумуляторні батареї, тому вони найчастіше

використовуються стаціонарно, тоді як біопальне можна без особливого клопоту перевозити з одного регіону в інший.

7. Енергетична незалежність – імпорт енергоносіїв (нафти та продуктів її переробки, природного газу) не тільки негативно позначається на бюджеті будь-якої країни (адже гроші фактично вимиваються з економіки), але ставить країну в залежність від зовнішніх поставок. У разі кризи й обмеження або припинення поставок енергоносіїв, економіка країни може бути практично повністю паралізована. Пошук нових постачальників, зміна логістики та маршрутів перевезення – все це потребує значних часових та фінансових витрат. Виробництво біопалива для автомобілів, яке може бути налагоджено з використанням місцевої сировини, дозволить будь-якій країні підвищити власну енергетичну незалежність, скоротивши зовнішні поставки. При цьому значні кошти залишаються всередині країни, що позитивно позначиться на потенціалі економічного розвитку. Крім того, організація виробництва біопалива – це додаткові робочі місця, а це ще один позитивний чинник для росту економіки;

8. Безпека використання – біопаливо для автомобілів нетоксичне, не має різкого запаху, не може викликати отруєння. При його використанні істотно знижується небезпека забруднення ґрунту, адже розлите паливо, потрапивши в землю, швидко розкладається під впливом мікроорганізмів.

9. Бюджетна вартість. Хоча на даний момент ціни на біопаливо практично збігаються з вартістю бензину, біологічні речовини вважаються більш вигідним видом палива, оскільки при спалюванні дають менше викидів. Біопаливо придатне до застосування в різних умовах, при цьому його можна адаптувати до двигунів різних конструкцій. Ще одним плюсом є оптимізація роботи мотора, який довше залишається чистим через малу кількість сажі і вихлопних газів.

10. Охорона атмосфери землі. Великим недоліком традиційних вуглеводнів є великий відсоток CO_2 , який виділяється при спалюванні. Цей газ створює в атмосфері нашої планети парниковий ефект, створюючи умови для

глобального потепління. При згорянні ж біологічних речовин кількість вуглекислого газу знижується до 65%. Крім цього культури, використовувані у виробництві біопалива, споживають оксид вуглецю, зменшуючи його частку в повітрі.

11. Економічна безпека. Запаси вуглеводнів розподілені нерівномірно, тому частина держав змущена закуповувати нафту або природний газ, витрачаючи на придбання, транспортування, складування великі кошти. Різні види біологічного пального можна отримувати практично в будь-якій країні. Оскільки для його виготовлення і переробки знадобиться створення нових підприємств і, відповідно, робочих місць, це принесе користь народному господарству і позитивно позначиться на добробуті людей [23].

3.3 Негативні наслідки

Виробництво біопалива має як позитивні так і негативні сторони. Використання земельних угідь під сировинну базу для виробництва біопалива, по-перше, дуже сильно виснажуватиме українські ґрунти під монокультурою. Водночас скорочуватимуться посіви зернових, буряку й інших рослин. Оскільки величезні державні субсидії й гранти в багатьох країнах змушують фермерів переходити з виробництва сільськогосподарських культур на вирощування рослин, які можна використати як сировину для виготовлення біопалива це може привести до зменшення кількості та недоотримання харчових продуктів

До недоліків біологічного палива можна віднести наступні критерії: Аналізуючи недоліки біопалива для автомобілів, в якості основного аргументу вказують зниження потужності двигуна при його використанні. Різні джерела наводять різні значення, але в середньому падіння потужності оцінюють в межах від 30 до 40 відсотків. Зниження потужності компенсується зростанням споживання палива, що призводить до зниження економічної складової від впровадження біопалива.

Насправді, таке твердження є правдивим тільки частково, перш за все – для старих двигунів, які проектувалися для роботи на бензині або дизельному паливі. У цьому випадку дійсно відбувається відчутне падіння потужності. У більш сучасних моделей, адаптованих до роботи на біодизелі, падіння потужності менш відчутне [20].

З технічних факторів до недоліків біопалива можна віднести наступні:

1. Схильність до парафінування при низьких температурах, що знижує можливість використання біопалива взимку й в умовах Півночі. Втім, для об'єктивності слід зазначити, що для дизельного палива характерна аналогічна проблема, тому при настанні морозів необхідно переходити на особливі, зимові (ще їх називають арктичними) марки дизельного палива.

2. Взимку при використанні біопалива автомобіль потребує більше часу щоб прогрітися.

3. Біопаливо агресивно впливає на лакофарбову поверхню автомобіля та гумові деталі в двигуні.

4. Продовольча криза. Для вирощування сировини потрібно займати чисельні площині земель, які могли б використовуватися під зasadженнями сільськогосподарськими культурами для реалізації в продуктовій галузі. Враховуючи тенденцію збільшення населення планети, дана проблема з часом може стати катастрофічною.

5. Проблема монокультурності. Економічно вигідним є рішення вирощувати один вид культури, однак це сприяє виникненню низки проблем. Шкідники адаптуються до новостворених умов і можуть винищити весь урожай культури. В такому випадку активно застосовуються пестициди, які забруднюють ґрунт і внутрішні води. Проте, комахи з часом звикають до «захисних сумішей» і більше не реагують на них, продовжуючи знищувати культуру, адже моно зasadження не має на меті розділення поля різними представниками культурних рослин.

6. Зміни в мікросередовищі ґрунту, вплив на довкілля. Під час підготовки землі до вирощування культур знищується середа проживання

тварин, що може вплинути на розвиток цілих популяцій. Така процедура вимагає масштабного оброблення земельних ділянок, а значить і використання техніки, що викидає шкідливі речовини в атмосферу. Значний негативний вплив на екологію довкілля надає застосування пестицидів, що порушують мікрофлору ґрунтів і внутрішніх вод.

7. Природні фактори. Не кожна місцевість придатна для вирощування сільськогосподарських культур. Наприклад, місця з посушливим і холодним кліматом не підходять для такої діяльності, а певні види культур здатні винищити місцеву флору, тим самим порушуючи баланс і загрожуючи життєдіяльності певних видів тварин.

8. Винищенння лісів. Дороговартісне «традиційне» паливо змушує населення різних країн використовувати деревину як джерело енергії. Таким чином існує загроза винищенння цілих лісів, адже лісогосподарства не здатні швидко відновлювати втрачені ресурси.

9. Водокористування. Сільськогосподарські рослини споживають багато води, що є обмеженим ресурсом, особливо в посушливих місцях.

10. Інвазивність. Вирощувані на паливо культури часто бувають агресивні. Вони заглушають автентичну флору через що може постраждати біорізноманіття та екосистема регіону.

11. Добрива. Для зростання багатьох рослин потрібне додаткове внесення поживних речовин, які можуть завдати шкоди іншим культурам або загальної екосистемі.

12. Клімат. Окрім кліматичні зони (наприклад, пустеля або тундра) не підходять для вирощування біопаливних культур.

Втім, негативний вплив у багатьох випадках перебільшують. Крім того, якщо використовувати якісне перевірене моторне масло й своєчасно проводити його заміну – це мінімізує негативний вплив біодизеля на мотор. А при потраплянні біодизеля на лакофарбове покриття необхідно негайно та якісно очистити кузов [23].

ВИСНОВКИ

Соціально-економічний ефект від використання альтернативних джерел енергії, зокрема, біопалива сприятиме підвищенню рівня енергетичної безпеки країни, дозволить зменшити залежність національної економіки від імпорту нафтопродуктів. Крім того використання біопалива дозволить поліпшити екологічну ситуацію в країні, зокрема, зменшить викиди вуглекислого газу, що передбачено вимогами Кіотського протоколу. Проте слід враховувати, що негативною стороною впровадження біопалива є використання великих посівних площ під вирощування монокультур (ріпак, кукурудзу) та скорочення посівів зернових, буряку й інших рослин, що веде в свою чергу до здороження продуктів харчування.

За останній час в Україні виконано декілька демонстраційних проектів в галузі біоенергетики. Однак розвиток використання біомаси як енергоресурсу досі перебуває на початковому рівні. Для прискорення впровадження сучасних енергетичних установок, що працюють на біомасі, необхідно:

- створити відповідне обладнання для брикетування, перевезення, навантаження, зберігання і подрібнення соломи та деревини;
- розпочати виведення енергетичних культур та розміщення енергетичних лісів;
- розгорнути розробку та виготовлення вітчизняних котлів для спалювання біомаси;
- підготувати законодавчу базу впровадження економічного стимулування виробників і споживачів обладнання для енергетичного

використання соломи і деревини (надання субсидій на виробництво тепла та електроенергії, інвестування частини капітальних витрат тощо).

При застосуванні біопалива вдається значно поліпшити ситуацію. Так, використання біоетанолу в умовах міського циклу, зменшує викиди оксидів Нітрогену на 25-40%, карбону (ІІ) оксида - майже у півтора раза, вуглеводнів - на 15-20%. Біодизельне пальне дає на 50% менше часток вуглецю, ніж нафтодизельне паливо, а також меншу кількість сполук нітрогену і карбону (ІІ) оксида. Викиди сульфуру (ІV) оксиду при його спалюванні у 100 разів менші, ніж дизельного. Тверді речовини, що викидаються при згорянні біодизельного палива, на відміну від тих, що викидаються при згорянні нафтодизельного палива, не є канцерогенними.

Підсумовуючи, можемо сказати, що в міру зростання потреб в енергії, з одного боку, і виснаження ресурсів викопного палива, з іншого, біомаса може стати одним з основних джерел сировини для хімічних виробництв і енергії.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Національна доповідь України про гармонізацію життєдіяльності суспільства у навколошньому природному середовищі. – К., 2003. – С. 41.
2. Україна продовжує скорочувати видобуток нафти та газового конденсату Детальніше читайте на УНІАН: URL: <https://economics.unian.ua/>
3. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Затверджена розпорядженням КМУ № 1071 від 24.07.2013.
4. Україна наростила видобуток нафти, але скоротила видобуток вугілля URL: <https://economics.unian.ua/>
5. Нафтогазовидобувні регіони України. URL: <https://pidruchniki.com/>
6. Адаменко О.М., Рудько Г.І. Екологічна геологія: Підручник. – К.: Манускрипт, 1998. – С. 26.
7. Колетник Г.М. Формування ринку біосеровини для виробництва біопалива / // Вісник аграрної науки.- 2008.- №7.-с.64 – 67.
8. Паливно-енергетичні ресурси URL: <https://www.bibliofond.ru/>
9. Паливна промисловість України URL: <http://referat-ukr.com/>
10. Природні ресурси України: характеристика основних видів. URL: <http://ru.osvita.ua/>
11. Перспективи розвитку паливно-енергетичного комплексу України URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/>
12. Альтернативні види твердого палива. Стаття 5-1. URL:<https://xn--80aagahqwyibe8an.com/>
13. Паливно-енергетичні ресурси України: сьогодення та майбутні перспективи URL: <http://dspace.msu.edu.ua>
14. Основні положення енергетичних стратегій та програм Європейського Союзу щодо розвитку енергетичної сфери в умовах формування загальноєвропейського ринку електроенергії URL: <https://ua.energy/>

15. Паливно-енергетичні ресурси України URL: <https://uk.wikipedia.org/>
16. Реферат: Виробництво біопалива в Україні URL: <https://www.bestreferat.ru/>
17. Калетнік Г.М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та екологічна безпека України: Монографія. – К.: "Хай-Тек Прес", 2010. – 516 с.
18. Забарний Г.М. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України./Забарний Г.М., Кудря С.О., Кондратюк Т.Г., Четверик Г.О./ – Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, Київ, 2006. – 226с.
19. Гелетуха Г.Г. Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні /Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Олійник Є.М./ Промислова теплотехніка. - 2013, Т. 35, № 5. - с. 48-57.
20. 10 растений, из которых Украина может производить топливо URL: <https://innovationhouse.org.ua/>
21. Рапсове масло. Біодизель URL: <http://ukrekspo.com.ua/>
22. Рапс - экологическая катастрофа для Украины URL: <https://uspishnakraina.com/>
23. Біопаливо для автомобілів – переваги і недоліки URL: <http://ukrfuel.org/>