

ЩОДО МОЖЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГОХІМІЧНОГО КОМПЛЕКСУ У ЗАМКНУТОМУ БЕЗПЕЧНОМУ ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ЦИКЛІ НА БАЗІ СПГВ

*В.С. Фальштинський, Р.О. Дичковський, П.Б. Саїк, В.Г. Лозинський, Державний ВНЗ
«Національний гірничий університет», Україна*

На основі усестороннього аналізу наявного досвіду підземної газифікації та існуючих технологічних схем свердловинної підземної газифікації вугілля запропоновано концепцію розвитку технології СПГВ і створення на її базі енергохімічного комплексного підприємства з утилізації сировини, рекуперації і видобутку енергії та хімічних продуктів у замкнутому, екологічно безпечному технологічному циклі. Запропоновані технологічні рішення перевіряються за критеріями екологічної безпеки та економічної доцільності.

Сучасний розвиток вугільної енергетики також пов'язаний з розвитком нетрадиційних технологій з вироблення енергоносіїв на основі технології свердловинної підземної газифікації вугілля (СПГВ), яка є базовою частиною енергохімічного комплексу, забезпечуючи рентабельність і безпеку розробки важких у гірничо-геологічному відношенні родовищ твердого палива з отриманням комплексного енергохімічного продукту. Впровадження цих технологій, забезпечує видобуток і комплексну переробку пластів твердого палива на місці їх залягання з отриманням електро- та тепло- енергії, хімічної сировини і продукту. Розвиток таких підприємств спонукає до технологічного прориву і якісних змін у розвитку вугільної, енергетичної і хімічної промисловості України.

Станція СПГУ, як основа енергохімічного комплексу, складається в залежності від компоновки з підземних газогенераторів підготовлених з поверхні землі, у шахтних умовах, або з змішаною підготовкою. Кількість підземних газогенераторів на станції СПГВ з урахуванням гірничо-геологічних умов, потужності, структури та марки вугілля пластів складає від 4 до 8. Потужності поверхневого комплексу повинні забезпечувати очистки та переробку генераторного газу та конденсату станції СПГВ, затрати на поверхневий комплекс у 6,8-7,5 разів перевищують затрати на підземну частину станції [1].

На першому етапі впровадження технології СПГВ треба залучати некондиційні запаси родовищ твердого органічного палива, а також запаси вугільних підприємств що закриваються, або на ходяться в стадії рецесії.

Ефективність, рентабельність та безпека підприємства з видобутку і переробки пластів твердого палива на місці залягання за технологією СПГВ залежить від адаптивності технологічних параметрів до гірничо-геологічних умов при експлуатації підземного газогенератора з урахуванням комплексного використання продукту газифікації, використання газогенератора, на стадії затухання, у якості газифікації та захоронення промислових та побутових відходів, по закінченню робіт у якості теплогенератора.

Актуальність впровадження підприємств на технології СПГВ очевидна, нестабільність ціноутворення та негативний вплив на довкілля при видобутку нафти і газу, зростання цін на вугілля, що пов'язано з затратами на видобуток, транспортування, підготовку, переробку, охорону праці і навколишнього середовища та зменшення балансових запасів енергетичної сировини.

Ряд технологічних рішень по впровадженню і експлуатації станцій СПГВ з урахуванням сучасного стану розвитку економіки, техніки видобутку та переробки твердих органічних палив в умова України та Польщі, розроблені при аналітичних дослідженнях, лабораторних, стендових та натурних експериментах і впровадженні в методичному забезпеченні, патентах, проектах та у експлуатації експериментального шахтного газогенератора (ЕШГ) [2].

Технологічні схеми підземних газогенераторів, обґрунтовані та розроблені на кафедрі ПРР Національного гірничого університеті при підготовці підземного газогенератора з поверхні землі [3,4,5] та безпосередньо у шахтних умовах [6,7,8] наведено відповідно на рис.1 та 2.

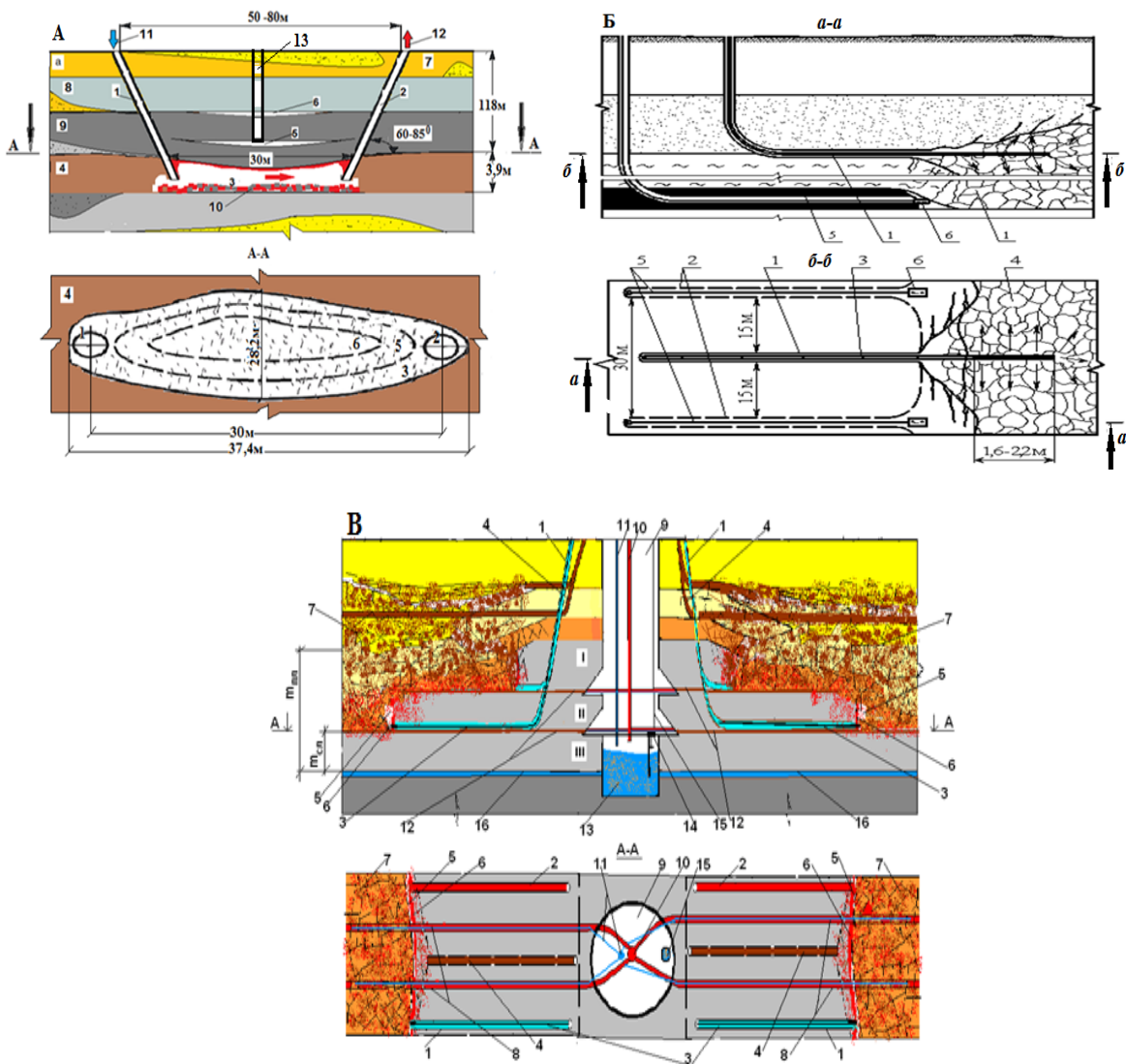


Рис 1. Технологічні схеми підземних газогенераторів для видобутку, переробки малопотужних і потужних вугільних пластів та свити пластів

Технологічні схеми газогенераторів розроблені з урахуванням гірничо-геологічних умов та горно технічних параметрів видобутку та переробки пластів твердого палива, газифікації та захоронення промислових, господарчих відходів і баластних газів.

Станція СПГВ, базовий сегмент енергохімічного комплексу, який складається:

- поверхневі газогенераторні установки (4 установки);
- підземні газогенератори (5-10 газогенераторів);
- поверхневий комплекс очистки і переробки продуктів газифікації.

Цей базовий сегмент енергохімічного комплексу заснований на маловідходній технології з замкнутим циклом виробництва, що забезпечує радикальні міри захисту навколишнього середовища при наземній і підземній газифікації пластів твердого палива і промислового сміття з генерацією енергії, виробництвом газу, хімічної сировини та продукту.

Мінімізація негативного впливу енергохімічного виробництва на навколишнє середовище обумовлює перехід від екстенсивних форм експлуатації природних ресурсів до інтенсивних. Комплексне безвідходне виробництво продукції на базі СПГВ пов'язане з максимальним зниженням витрат із видобування, переробки сировини та максимальною утилізацією утворених відходів у замкнутому технологічному циклі. Переробка сировини, перетворення енергетичних ресурсів і утилізація відходів в умовах енергохімічного підприємства утворює нові, самостійні фактори удосконалення організації взаємодії різногалузевих структурних груп у комплексному отриманні кінцевого продукту.

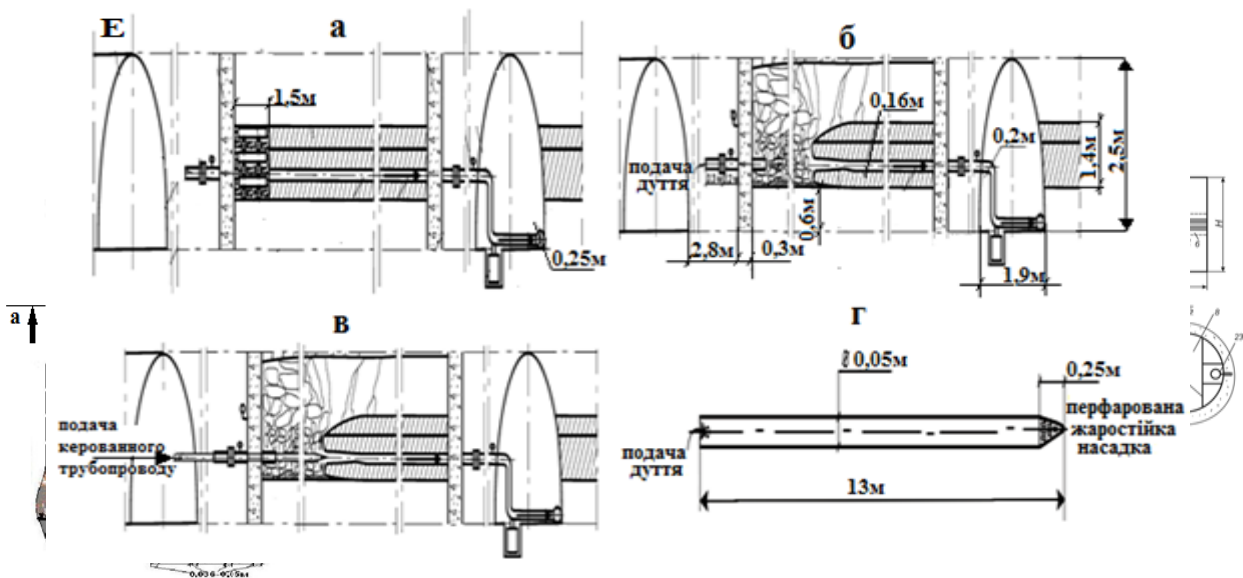


Рис 2. Технологічні схеми шахтних газогенераторів для видобутку, переробки малопотужних і потужних вугільних пластів та свити пластів в умовах діючих та закритих шахтах із їх підготовкою з виробок горизонту (Г), верхнього відробленого горизонту (Д), при проектуванні і експлуатації свердловини-газогенератора (Е).

Створення на базі технології СПГВ енергохімічного комплексу з виробництва енергії, штучного газу, хімічної сировини та продукту з застосуванням джерел відновлювальних і не відновлювальних джерел енергії, які утворюються мобільними сегментами комплексного виробництва дають можливість:

- виробництва електроенергії для потреб паливно-енергетичного комплексу і окремих споживачів при поєднанні із відновлювальними джерелами (сонячні батареї та вітроагрегати разом із газо- та паротурбінними установками, газопоршневими агрегатами);
- виробництво теплової енергії (утилізація тепла підземного газогенератора і продуктів газифікації та турбінних агрегатів);
- виробництво штучного газу (генераторний газ, газ дегазації, біогаз, утворення синтез-газу за місцем переробки чи споживання);
- виробництво кам'яновугільної смоли, аміаку, сирого бензолу, фенолів, сірки, рідких моторних палив, метанолу та інших хімічних речовин (газоконденсат, доцільна суміш газів із газовидобувних сегментів комплексу, тепла та електрична енергія);
- переробка і утилізація техногенних, біологічних відходів у малоопераційній системі підготовки та когенераційної, безвідходної утилізації відходів у підземному газогенераторі (спалювання, газифікація із закладкою вигазованого простору);
- утилізація димових відходів ТЕС (SO_n , NO_n , CO_2) у підземних газогенераторах із подачею CO_2 у якості компонента дуттьової суміші, що збільшує вихід горючих газів з генератора. Крім цього під дією високих температур та термохімічних реакцій окисли сірки і азоту переходять у нетоксичний стан;
- утилізація стічних вод, конденсату від хімічного виробництва у підземному газогенераторі;
- виробництво енергохімічного продукту з урахуванням кон'юнктури ринку.

Складовими енергохімічного комплексу є модульно-мобільні, взаємозамінні промислові об'єкти. У сегменті з перетворення сонячної енергії у електричну застосовуються фотоелектричні елементи та сонячні термоелектрогенератори. КПД цих пристроїв складає 15-20%, потужність сягає декількох сотень кіловат [8].

Вітроенергетичні установки перетворюють кінетичну енергію вітру у електричну і представляють собою трьох і більше лопатне вітроколесо, яке поєднане із генератором і

монтується на щоглі. За допомогою вітроагрегатів передбачається утилізація техногенних енергетичних повітряних потоків шахт, вентиляторів головного провітрювання (ВГП) та відвалів породи (рис. 3).

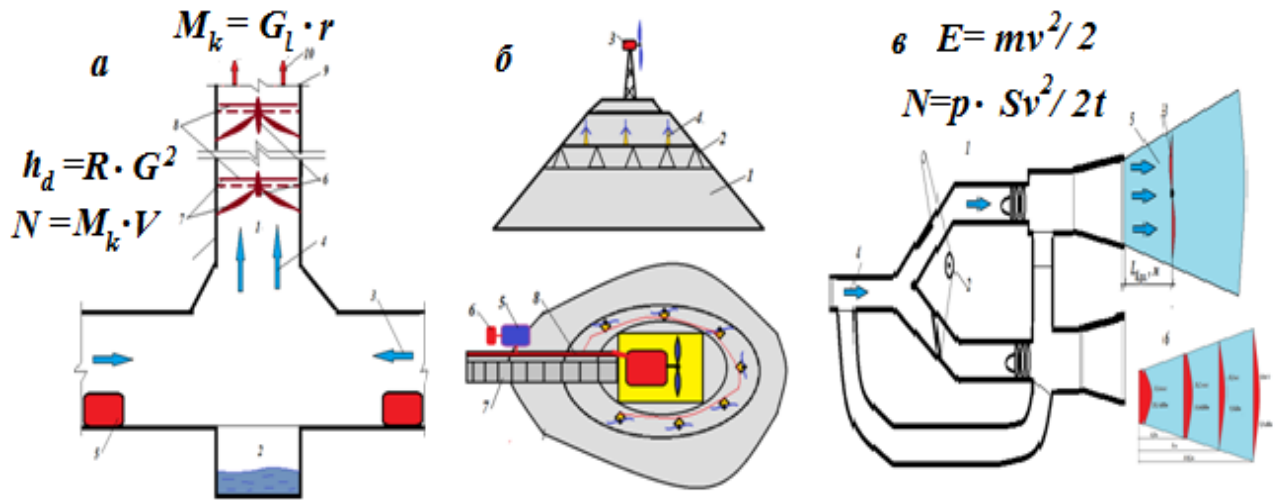


Рис. 3 Схема розміщення вітроагрегатів при утилізації техногенних потоків шахт: а – вітроенергетичні установки з утилізацією енергії техногенних вентиляційних потоків у стовбурі закритих, законсервованих шахт; б – монтаж вітроенергетичного комплексу на відвалі шахти для утилізації енергії природних повітряних потоків; в – утилізація енергії техногенних вентиляційних потоків ВГП [9, 10].

Біогазові установки забезпечують переробку органічних відходів у вигляді фіто- та біосировини у біогаз, із складовою частиною горючого газу метану (CH_4) у діапазоні 65-85 %. Відходами такого виробництва є вискоєфективне азотне добриво (рис. 4 а, б). Тепло для забезпечення процесу ферментації надходить від підземного газогенератора. Компонівка біогазової установки і дегазаційної свердловини, дає можливість збагатити бідні дегазаційні суміші і направити їх у промисловий кругообіг. Біогазова установка може компонуватися безпосередньо з поверхневим комплексом станції СПГВ [11, 12].

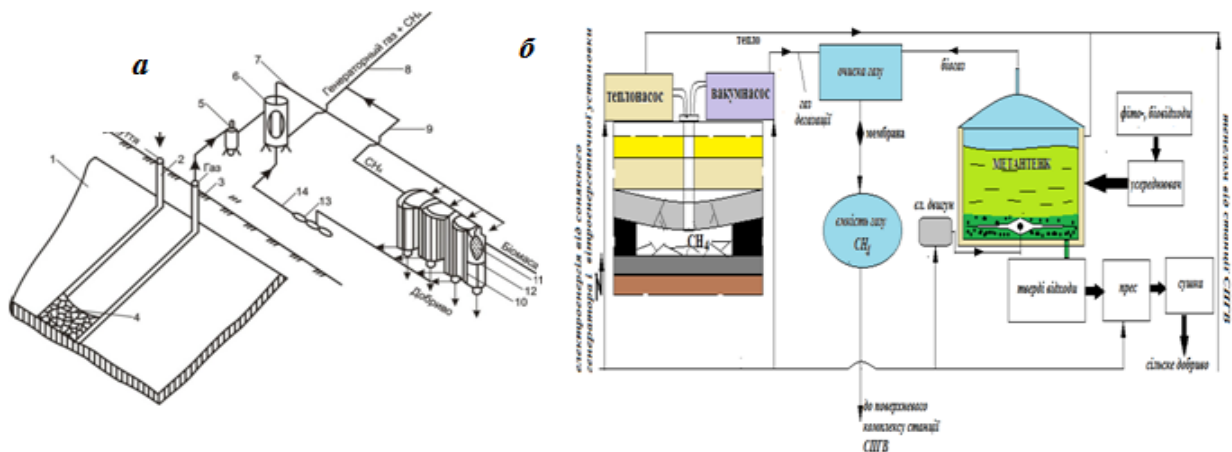


Рис. 4 Технологічна схема компоновки біогазової установки і дегазаційної свердловини: а- виробництво генераторного газу методом газифікації вугільного пласта і анаеробного зброджування метану на біоустановці; б- комплексне виробництво метану на дегазаційних свердловинах при бідних дегазаційних і біоустановці.

Для узагальнення основні складові продукції енергохімічного комплексу на базі СПГВ, представлено в табл.1.

Таблиця 1

Показники продукції енергохімічного комплексу на базі СПГВ

Теплова та енергетична потужність,		Утилізація відходів промисловості, тис. т		Вихід хімічних речовин, т/рік					
Гкал	МВт	газифікація	закладка	аміак	смола	бензол	сірка	метанол, млн.м ³ /рік	карболка, млн. м ³ /рік
205	237,8	84,85	65	2611,2	2280,6	1038,5	396,1	5,4	10,6

Основними сегментами енергохімічного комплексу, що виробляють газ є станція СПГВ та блок дегазації вугільних пластів та ферментації відходів. Сировиною для отримання газів видобуто та підготовлене вугілля для газифікації у наземних установках, вугільні пласти, що вигазовуються підземними газогенераторами, гази дегазації вугільних пластів та фіто та біо відходи, що переробляються у метантенках в біогаз. Вихід генераторних газів, біогазу та горючих газів при наземній, підземній газифікації вугілля та відходів промисловості, дегазації пластів вугілля та ферментації фіто та біо відходів із основних сегментах енергохімічного комплексу. Їх кількісні показники наведено на рис. 5.

Важливим елементом формування окремих складових у єдиній системі енергохімічного комплексу є їх поєднання у єдиному замкнутому циклі. При чому, це необхідно здійснити таким чином, щоби кожен елемент цієї системи був сумісним по умовах єдиної енергетичної системи. Ми пропонуємо одну із схема енергохімічного комплексного підприємства на базі СПГВ і наводимо її на рис.6.

Крім цього на шахтних відвалах також можна застосовувати вітроенергетичні установки з утилізації тепло повітряних техногенних потоків, що утворюються у середині цього утворення під дією ендогенних термохімічних процесів. Як додаткове джерело енергії можливо використання енергію підземних шахтних вод, тепло породного масиву та стічних вод промислового виробництва [13].

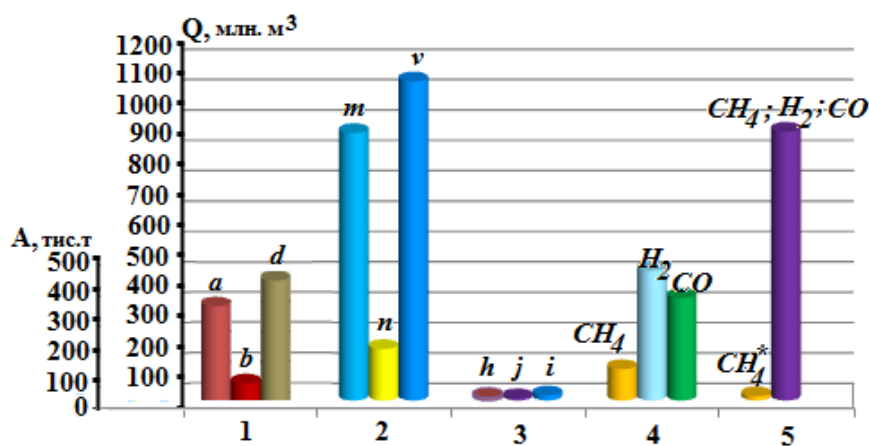


Рис. 5 Параметри виходу генераторних газів, біогазу та горючих газів при наземній, підземній газифікації вугілля та відходів промисловості, дегазації пластів вугілля та ферментації фіто та біо відходів на сегментах енергохімічного комплексу: станції СПГВ і блоку дегазації та ферментації; 1-газифікація вугілля (а), відходів (b) та разом (d), 2-генераторний газ (m) з вугілля і відходів (n) сумісні показники (v), 3 -біогаз (h), гази дегазації (j) сумісні показники (i), 4- вихід метану, водню, оксиду вуглецю з генераторного газу, 5 - спільно вихід метану з дегазації і біогазу та горючих газів

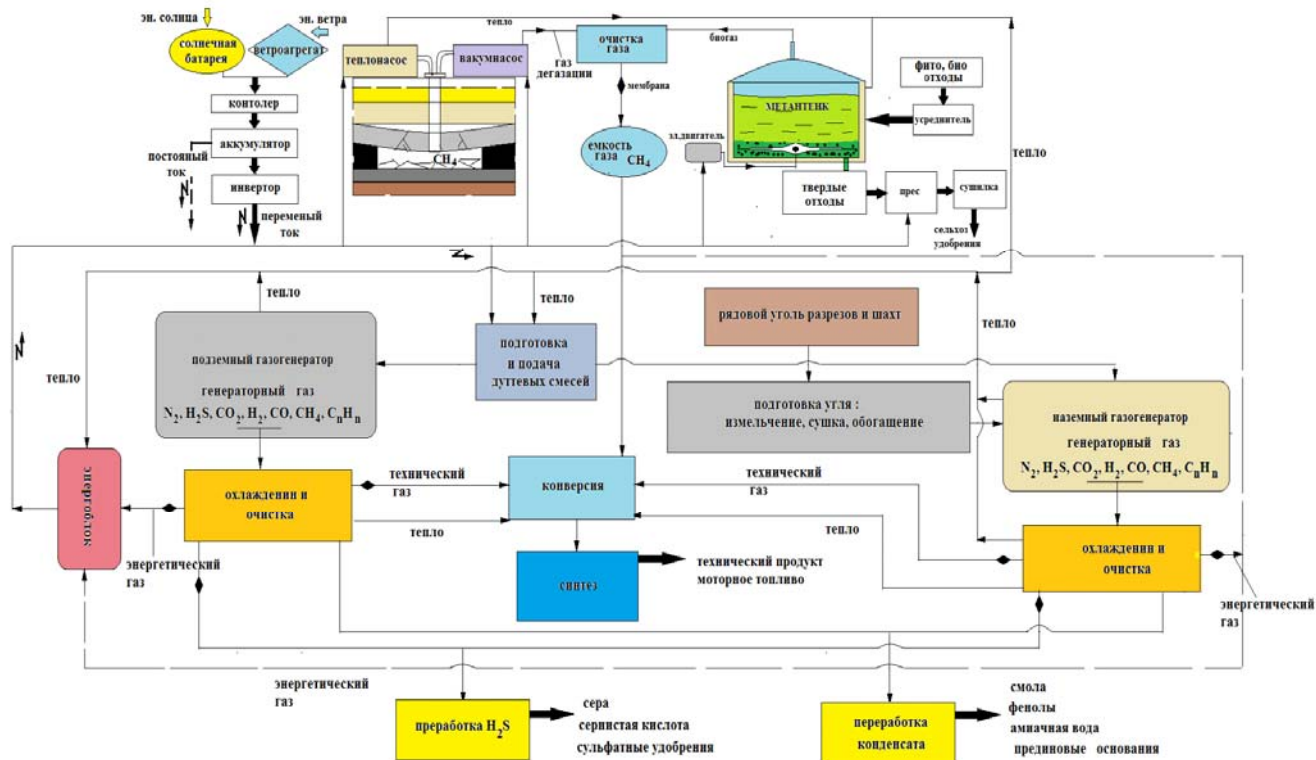


Рис.6 Технологічна схема енергохімічного комплексу на базі СПГВ

Висновки. Енергохімічний комплекс на базі СПГВ є мобільно-модульним підприємством, яке забезпечує інтенсивне нарощування продуктивності, якісного та різноманітного продукту шляхом поверхневої та підземної газифікації органічного палива, промислових відходів, дегазації вугільних пластів, переробки відходів сільськогосподарських підприємств, генерації сонячної і вітрової енергії, утилізації тепла, відокремленню хімічної сировини та синтезу хімічного продукції, що дає можливість динамічно і без втрат переорієнтувати кінцевий продукт комплексу за рахунок гнучкої зміни технологічних параметрів і взаємозаміни виробничих сегментів енергохімічного комплексу із урахуванням зміни гірничо-геологічних умов та кон'юнктури ринку прилеглих теренів.

Розвиток технології СПГВ, з урахування сучасного стану науки, вдосконалення технічних та економічних показників промисловості, має наступні основні переваги:

- забезпечує безшахтний, безлюдний доступ до пластів твердого палива, забезпечуючи видобуток і переробку сировини у продукт, створюючи сучасні ергономічні умови праці на газогенераторному підприємстві;
- розширює область застосування СПГВ на розробку технологічних рішень при газифікації свити пластів твердого палива та потужних пластів шарами, переході розривних та плікативних порушень масиву;
- забезпечує достатню герметичність газогенератора, керованість газогідрополем навколо вогневого вибою, адаптивність активних зон реакційного каналу до техногенних змін породного масиву, що вміщує газогенератор;
- впроваджує нові конструкції та технологічні зміни у підземні газогенератори з підготовкою його з поверхні та у шахтних умовах;
- забезпечує стабілізацію, керованість термохімічним процесом вигазовування пласта органічного палива при впровадженні відповідних способів розпалювання вугілля, подачі, підігріву, зміні режимів, направленості та компоновки дуттьових сумішей, підвід дуттьових

потоків до дзеркала вогневого вибою і утримання оптимальних параметрів активних зон реакційного каналу підземного газогенератора;

- дає можливість «гнучкої» адаптивності технології СПГВ до змін гірничо-геологічних умов і гірничотехнічних факторів без суттєвої зміни техніко-економічних показників;
- впроваджує універсальний підземний пневмотранспорт газових сумішей з доставкою дуттьових сумішей і видаванням генераторного газоконденсату на поверхневий комплекс очистки і переробки;
- забезпечує малоопераційність технологічних процесів при розпалюванні підземного газогенератора, газифікації пластів твердого палива, транспортуванні, очистці та переробці продуктів СПГВ;
- автоматизує основні процеси, що протікають у підземній, поверхневій частинах газогенератора та здійснює контроль контролем усього виробництва на станції СПГВ.

Література

1. Теория и практика термохимической технологии добычи и переработки угля. Монография / Под общ. ред. О.В. Колоколов /Днепропетровск; НГА Украина, 2000. – 281 с.
2. V. Falsztynskyy, R. Dyhkovskyy, K. Stanczyk, J. Swiadrowski. Research an Adaptation Processes of the System «Rock and Coal Massif – Underground Gasgenerator» on Stand Setting // Instytut Gospodarki Surowcami mineralnymi i energiją Polskiej akademii nauk// Szkoła Eksploatacji podziemnej-21.Krakow, 20-24 lutego// – 2012. – Str 241-254
3. В.С. Фальштинський Удосконалення технології свердловинної підземної газифікації вугілля // Монографія – Д. НГУ, 2009 –131 с.
4. Патент. О.В. Колоколов М.М. Табаченко, В.С. Фальштинський, І.А. Садовенко, Спосіб підземної газифікації потужних пластів твердого палива // №21863А Е21В43/295 Держпатент України. – Бюл. № 2. – 1998.
5. Патент. В.С. Фальштинський, Р.О. Дичковський, М.М. Табаченко, В.Ю. Медяник Спосіб підземної газифікації потужних пластів твердого палива // №95351 (UA) Опубл. 25.07.2011. Бюл. № 14.
6. Патент. В.С. Фальштинський, Р.О. Дичковський, М.М. Табаченко, В.І. Бондаренко Спосіб підземної газифікації потужних пластів твердого палива // №89276 (UA) Опубл. 11.01.2010. Бюл. № 1.
7. Патент. В.С. Фальштинський, Р.О. Дичковський, М.М. Табаченко, В.І. Бондаренко Спосіб підземної газифікації потужних пластів твердого палива // №89850 (UA), Опубл. 10.03.2010 Бюл. № 5.
8. Патент. В.С. Фальштинський, Р.О. Дичковський, Кожушок О.Д., Гуков Ю.О.Спосіб підземної газифікації потужних пластів твердого палива // №96718 (UA) Опубл. 25.11.2011. Бюл. № 22
9. Табаченко Н.М. Ветроэнергетические станции на закрываемых шахтах / Н.М. Табаченко // Уголь.- 2002.-№12.- С.22-24.
10. Патент. О.В. Колоколов М.М. Табаченко, В.І. Ляшенко, В.С. Фальштинський. Спосіб утилізації енергії техногенного повітряного потоку // №15054А F03D9/00 Держпатент України. – Бюл № 3. – .1997.
11. Патент. В.С. Фальштинський, Р.О. Дичковський, Кожушок О.Д., Гуков Ю.О.Спосіб підземної газифікації потужних пластів твердого палива // №99285 (UA) Опубл. 10.08.2012. Бюл.№.15.
12. Патент. О.В. Колоколов М.М. Табаченко. Спосіб підземної газифікації потужних пластів твердого палива // № 18410С1 Е21В43/295 Держпатент України. Опубл. 25.12.97. Бюл. № 2. – 1988.
13. Г.Г. Півняк. Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і промислових територій України / Г.Г. Півняк, О.С. Бешта, В.І. Самуся, Ф.П. Шкрабець, М.М. Табаченко, Р.О. Дичковський, В.С. Фальштинський // Монограф. Д.: Національний гірничий університет, 2013 р. – 332 с.