

## ЗБЕРІГАННЯ МАШИННО-ФОРМУВАЛЬНОГО ТОРФУ В ШТАБЕЛЯХ НОРМАЛЬНОЇ І СПРОЩЕНОЇ ФОРМИ

Питання про зберігання кускового торфу в штабелях спрощеної форми звичайно висвітлювалося на сторінках преси з погляду економічної вигідності застосування штабелів цієї форми.

Виробничо-економічний ефект пояснюється, звичайно, не зміною форми штабеля, з зв'язаною з цією зміною схемою роботи.

Заміна кошиків ношами, щоб полегшити і фізіологічно змінити працю торфівниці, і стало основним фактором зміни форми штабеля.

Застосування цієї форми штабеля спрощує процес штабелювання (виключає з ужитку шаблони штабелів, громіздкий настил з дощок і козел), прискорює і робить його менш працемістким і дає збільшену продуктивність торфівниці (підносиці) — до 1,18—1,22 раза, порівнюючи з штабелюванням кошиками. Економічна ефективність заміни кошиків ношами виявлена повнотою<sup>1</sup>.

Вивченням питання про якість збережуваного у спрощених штабелях торфу, головне — про його вологість, не займалися, це питання з'явилося в наслідок масового застосування цієї форми штабелів для зберігання і сушіння кускового торфу на ряді торфових підприємств.

Уперше вивчення цього питання було поставлене Інсторфом у 1931 р. на кудиновських торфорозробках, шатурських і редкінській ТДС.

Дані проведених спостережень дали можливість вяснити таке:

1) штабелі спрощеної форми, складені з малокрихкого торфу, не розвалюються при зберіганні;

2) втрата вологи торфом у штабелях спрощеної форми трохи нижча (на 5—10%), ніж у штабелях звичайної форми;

3) слід провадити краще обличкування верху спрощених штабелів для захисту від проникнення дощу (кладка цеглин у начос);

4) не можна заводити спрощених штабелів завширшки по основі більш як 2,5 м;

5) заштабельовувати у спрощені штабелі можна тільки малокрихкий торф.

Взявши до уваги ці висновки, український філіал Інсторфу в 1933 р. на торфовій дослідній станції в Бучі провів спостереження по виявленню умов зберігання і сушіння торфу як у штабелях спрощеної, так і звичайної кладки; роботи ці зводилися до вяснення впливу на зберігання і сушіння таких факторів:

1) інтенсивність втрати вологи в штабелях (досушування), залежно від форми штабелів;

2) вплив атмосферних опадів на вологість торфу, залежно від форми штабеля і способу укладання верху штабеля;

3) вплив на процес висихання зволоженого від атмосферних опадів торфу — форми штабеля і способу укладання верху штабеля;

4) залежність кришимості від форми штабеля;

5) залежність усадки штабелів від форми і способу їх укладання.

<sup>1</sup> Див. статтю інж. К. Д. Тейковцева, „По вопросу о замене корзин при штабелевании орфа специальными носилками с ножками“ („Торфяное дело“, № 3, 1931).



Спостереження провадилися по двох циклах штабелів: перший цикл закладався на початку штабелювання, а другий — наприкінці вересня.

У кожному циклі було закладено по три штабелі таких розмірів (див. рис. 1):

Штабель № 1 спрощеної форми:

довжина по низу і запличиках . . . . .	10,0 м
ширина по низу і запличиках . . . . .	2,5 "
ширина гребеня . . . . .	0,3 "
довжина гребеня . . . . .	8,0 "
висота штабеля до запличиків . . . . .	1,0 "
висота гребеня . . . . .	1,5 "

Штабель № 2 — полурамка:

довжина по низу . . . . .	10,0 м
основа . . . . .	2,0 "
висота до верху трапеції . . . . .	1,5 "
основа трикутника . . . . .	1,5 "
висота трикутника . . . . .	0,5 "

Штабель № 3 звичайного розміру:

довжина по низу . . . . .	10,0 м
основа . . . . .	2,8 "
висота до верху трапеції . . . . .	2,1 "
основа трикутника . . . . .	2,1 "
висота трикутника . . . . .	0,7 "

Перед укладанням штабелів для складуваного торфу визначалися розміри окремих фракцій; ця сама операція провадилася наприкінці спостережень через проведення траншеї всередині кожного штабеля.

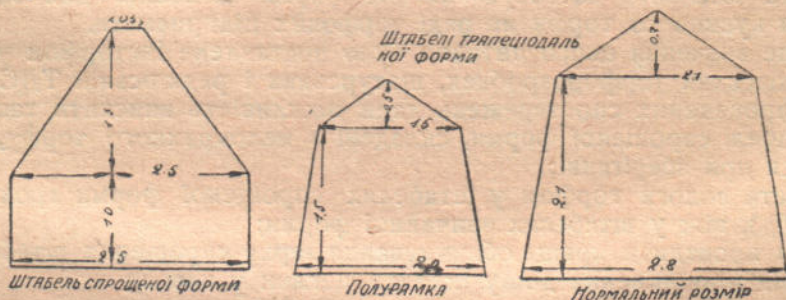


Рис. 1.

Спостереження над вологістю торфу, складеного в штабелі, провадилися через систематичне (два рази на місяць) відбирання проб на вологу.

Для визначення усадки від моменту закладання штабеля один раз на місяць провадилося ретельне обмірювання штабелів.

Проведені спостереження дали змогу виявити таке: складений у різної форми штабелі торф з початковою вологістю: 1) штабель спрощеної форми — 47,60%, 2) полурамки — 46,33%, 3) нормальних розмірів — 43,90% — дав через два місяці сушіння зниження вологості, при чому це зниження вологості торфу в штабелі спрощеної форми було менше, ніж у штабелях звичайної кладки.

І навпаки, інтенсивність сушіння торфу в штабелях звичайної кладки вища, ніж у штабелі спрощеної форми (див. табл. 1). Аналогічні дані одержано після 4 місяців сушіння.

Однакові показники процента втраченої в процесі сушіння вологи у порівнянні з вологістю при штабелюванні в штабелі нормальних розмірів і спрощеної форми пояснюється, очевидно, виключно різницею площ



їх поперечного перерізу (площа поперечного перерізу штабеля нормальних розмірів на 23% більше штабеля спрощеної форми).

Таблиця 1

● Назва досліджуваних штабелів	Вологість торфу при штабелюванні		Кількість втраченої торфом води в % від води, що була в торфі при штабелюванні	Коефіцієнт інтенсивності сушіння торфу	Вологість торфу при штабелюванні		Кількість втраченої торфом води в % від води, що була в торфі при штабелюванні	Коефіцієнт інтенсивності сушіння торфу
	Вологість торфу в штабелі через 2 м-ці зберігання в %	Вологість торфу в штабелі через 2 м-ці зберігання в %			Вологість торфу в штабелі через 2 м-ці зберігання в %	Вологість торфу в штабелі через 2 м-ці зберігання в %		
Штабель нормального розміру	43,90	26,61	53,55	1,00	43,90	27,81	50,80	1,00
Штабель - полурамка . . . . .	46,33	27,24	56,33	1,05	46,33	28,32	54,24	1,06
Штабель спрощеної форми . . . . .	47,60	29,90	53,00	0,99	47,60	31,22	50,00	0,98

Далі (через 3 місяці сушіння), як бачимо з таблиці 2, вологість торфу в штабелях збільшується. Це збільшення взагалі пояснюється впливом особливо несприятливих метеорологічних умов сезону 1933 р. на сушіння в осінні місяці.

І на кінець спостережень (через 4 місяці) на 1 грудня вологість торфу знову знижується, наближаючись до даних про вологість торфу після 2 місяців сушіння, що знову таки пояснюється метеорологічними умовами.

Таблиця 2

Періоди сушіння	Форма штабелів					
	Спрощена		Полурамка		Нормальн. розміру	
	Цикли					
	I	II	I	II	I	II
Вологість у процентах						
Початкове укладання . . . . .	47,60	46,10	46,33	40,25	43,90	41,98
Через 1 міс. сушіння . . . . .	43,50	—	42,99	—	42,50	—
„ 2 „ „ . . . . .	29,90	41,47	27,24	40,25	26,61	41,98
„ 3 „ „ . . . . .	34,62	36,50	31,52	32,34	30,55	34,14
„ 4 „ „ . . . . .	31,22	33,34	28,32	31,37	27,81	33,78

Дані таблиці 2 дають підставу зробити висновок, що штабелі звичайної кладки менш підпадають впливові метеорологічних умов. Інтенсивність намокання в штабелі спрощеної форми вища, ніж у штабелях звичайної кладки (див. табл. 3).

Щодо інтенсивності сушіння і намокання торфу в штабелях спрощеної форми і звичайної — повністю підтверджуються дані спостережень Інсторфу про те, що погіршення умов сушіння торфу в штабелях спрощеної форми пояснюється пухкішою кладкою верхньої частини спрощеного штабеля.

Це підтверджується більшим процентом усадки в штабелях спрощеної форми як щодо об'єму, так і щодо висоти, порівнюючи з штабелями звичайної кладки (див. табл. 4), а також збільшенням питомої поверхні на 1 м<sup>2</sup> основи.

Підвищена пористість у штабелях спрощеної форми, порівнюючи з штабелями звичайної кладки, будучи для втрати вологи сприятливим фактором, у цілому не сприяє процесові сушіння.



Назва досліджуваних штабелів	Вологість підсушеного в штабелях торфу через 2 міс. суш.	Вологість торфу в штабелях, збільшена під впливом атмосфер. опадів через 1 місяць	Різниця у вологості у відношенні до звичайного штабеля	Кількість збільшеної в торфі води у $\frac{0}{0}$ до води, що була в торфі до зволоження	Коефіцієнт інтенсивності намокання торфу
Штабель нормального розміру	26,61	30,55	0	21,30	1,0
Штабель-полурамка . . . . .	27,24	31,52	+ 0,97	23,12	+ 8,5
Штабель спрощеної форми . .	29,90	34,62	+ 4,07	24,42	+ 14,6

Опади, що випадають на площу штабеля з пухкою кладкою, через верх його проходять глибоко у внутрішні шари, зволожуючи їх.

Випаровування води з внутрішніх шарів штабеля відбувається значно повільніше, ніж у верхніх шарах, а що штабель спрощеної форми у верхній своїй частині має більший переріз, ніж штабель звичайної кладки,

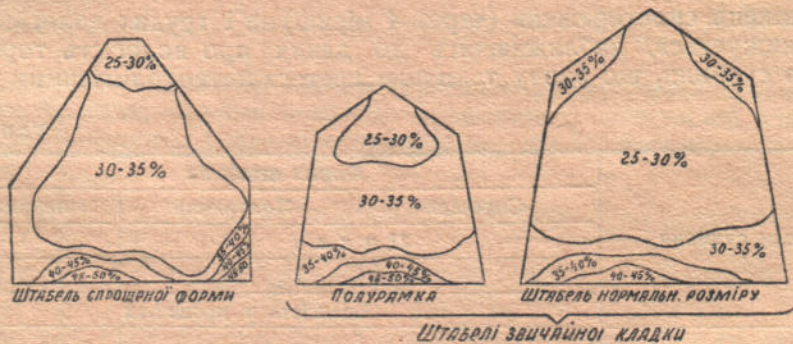


Рис. 2.

висихання зволоженого торфу відбувається повільніше; це і сприяє в цілому підтриманню підвищеної вологості у штабелях спрощеної форми, порівнюючи з звичайною формою.

Щодо інтенсивності намокання — головними причинами, що сприяють йому, є погане обличкування верху спрощеної форми штабеля і пухкість кладки верхньої його частини.

На рисунку 2, що зображує розподіл вологості у поперечному перерізі штабеля, видно, що зволоження торфу від атмосферних умов відбувається сильніше у верхній частині штабелів, особливо для спрощеної форми штабеля; у штабелях звичайної форми це виявляється в меншій мірі.

В усіх штабелях зверху (гребені) спостерігається знижена вологість. Все це пояснює і підтверджує зроблені вище висновки.

Зволоження через основу штабеля з покладу спостерігається в усіх видах штабелів приблизно в однаковій мірі.

В даному разі форма штабеля і спосіб його укладання, оскільки він для нижньої частини штабелів однаковий, вплив на це виявити не може і від них не залежить.

Щодо усадки торфу, дані таблиці 4, як уже зазначалося вище, свідчать, що усадка штабеля спрощеної форми більша, ніж штабелів звичайної кладки як щодо об'єму, так і щодо висоти.



Таблиця 4

№ № штабелів	Форма штабелів	Об'ємна усадка в %/о	Усадка по висоті в %/о
1	Спрощена форма . . . . .	25,86	22,73
2	Полурамка . . . . .	25,04	21,43
3	Нормального розміру . . . . .	24,64	19,65

При цьому усадка щодо об'єму в штабелі спрощеної форми в процентному відношенні до штабеля звичайної кладки менш, ніж усадка по висоті (див. табл. 5). Це пояснюється виключно пухкістю кладки верхньої частини спрощеної форми штабеля.

Таблиця 5

Форма штабелів	Усадка в %/о		Різниця в усадці щодо звичайного штабеля	
	По об'єму	По висоті	По об'єму	По висоті
Штабель нормального розміру . . . . .	24,64	19,65	1,00	1,00
Штабель-полурамка . . . . .	25,04	21,43	+ 1,62	+ 9,05
Штабель спрощеної форми . . . . .	25,86	22,73	+ 5,95	+ 15,67

Спостереження над штабелями для виявлення впливу форми штабеля і способу його укладання на кришимість торфу дають змогу виявити ось що.

Загальна кількість крихт на кінець спостережень у штабелі спрощеної форми значно вища (на 35—40%), ніж у штабелі звичайної кладки, проте, це зв'язане з великою початковою кількістю крихт.

А збільшення кришимості в процентах за період сушіння в штабелях звичайної кладки більше в середньому на 20%, ніж у штабелі спрощеної форми.

Збільшення кришимості за період спостережень, порівнюючи з крихтами, що були в торфі до початку штабелювання у штабелі спрощеної форми, на 30—35% менше, ніж у штабелях звичайної кладки (див. табл. 6). Щодо кількості різних фракцій по розмірах і їх процентного відношення як в одному штабелі, так і порівнюючи з іншими видами штабелів, явно вираженої залежності не спостерігається.

А загалом щодо впливу форми штабеля і способу його укладання на кришимість торфу — треба сказати, що навряд чи ці два фактори мають особливий вплив на збільшення кришимості, в усякому разі за спостереженнями 1933 року сказати це з цілковитою певністю ми не можемо, бо кришимість, як така, є функцією надто великої кількості факторів, починаючи від переробки і ступеня розкладу і кінчаючи станом поля стелення.

Спостереження показали, що всередині спрощеного штабеля у верхню його частину, як виявилось, було більше наметено снігу, ніж у штабелі звичайної кладки, це пояснюється більшою пористістю верхньої частини спрощеного штабеля і виявляє негативний вплив на якість торфу, що зберігається в штабелі.

Щодо розвалювання штабелів, складених з торфу, який дає велику кришимість, то, не зважаючи на те, що кришимість торфу на кінець спостережень збільшилася в середньому близько 30%, штабелі протягом 4 місяців спостережень не розвалювалися і зберегли свою форму.



Розміри фракцій	Ф о р м а ш т а б е л і в								
	Спрощений			Полурамка			Нормальний розмір		
	Кількість крихт у %/о								
	До початку штабелювання	На кінець спостереження	Різниця (+) (-)	До початку штабелювання	На кінець спостереження	Різниця (+) (-)	До початку штабелювання	На кінець спостереження	Різниця (+) (-)
Загальна кількість лому і крихт . . .	45,50	71,50	+26,00	13,59	47,03	+33,44	14,54	43,47	+98,89
Куски від половини і більше	16,30	33,64	+16,34	6,52	18,28	+11,76	6,31	19,87	+13,56
Теж від половини до кулака	13,00	15,31	+ 2,31	4,34	13,80	+ 9,46	5,08	8,76	+ 3,58
Теж від кулака до 25 мм . .	8,90	14,00	+ 5,10	1,54	7,98	+ 6,44	1,92	7,43	+ 5,51
Крихти менше 25 мм . . .	7,30	9,15	+ 1,85	1,85	1,19	+ 5,77	1,93	7,37	+ 6,14

У підсумку проведеної роботи, завдання якої полягало в тому, щоб вияснити (з погляду якості торфу) доцільність застосування спрощеної форми штабелів для сушіння і зберігання кускового торфу відповідно до українських умов, ми вважаємо за можливе зробити такі висновки:

1. Сушіння торфу в штабелях спрощеної форми відбувається в гірших умовах, ніж у штабелях звичайної кладки, а інтенсивність намокання в них значно вища, ніж у штабелях звичайної кладки.

2. Ці негативні (для якості торфу) фактори при кращому обличкуванні верху штабеля і при сприятливих (нормальних) метеорологічних умовах будуть, природно, значно нижче, а тому кладка штабелів спрощеної форми не усувається.

3. Штабелі спрощеної форми дають можливість замінити кошики ношами, а це значно полегшує працю торфівниці (підносиці) і спрощує технологічний процес (усунення шаблонів настилу козел).

4. З другого боку, простота роботи по укладанню цієї форми штабеля робить його менш працемістким, даючи економію в часі (на 18—20%); це теж свідчить про те, що збирати торф (особливо після перших проходжень машини) треба в штабелі спрощеної форми, що зокрема дає певний економічний ефект на торфорозробках, де протягом сезону передбачається кілька проходжень машини.

Щоб уникнути намітання снігу всередину штабеля спрощеної форми (а це пов'язане з перебільшеною пористістю верхньої його частини), треба насамперед вивозити торф з штабелів спрощеної форми.

Як раціоналізаторську пропозицію, що має на меті зменшити намокання торфу, можна випробувати кладку верху штабеля (приблизно до висоти 1,5—1,75 м) з стінками, а верхньої частини гребеня — у проклад.



## СПРОБА РИБОРОЗВЕДЕННЯ В КАР'ЕРАХ НИЗИННОГО ТОРФОВИЩА

Українсторф у 1931 р. провів роботу по риборозведенню в торфових кар'єрах; робота провадилася комплексно (сільськогосподарський сектор, гідрологічне бюро, хемічна і бактеріологічні лабораторії Українсторфу і український науково-дослідний інститут рибного господарства). В зв'язку з великим значенням цього питання наводимо одержані в наслідок роботи дані з попередніми міркуваннями по проведених спостереженнях і дослідженнях. Досліди були проведені в одному ставку, організованому в торфовому кар'єрі ручної виробки на торфовищі низинного типу по річці Рокач. Торф — осоково-комишовий, доброго ступеня розкладу. Кар'єр виробки — десятирічний, за цей час він заріс. Перед закладанням досліду очистили дно, виправили відкоси і встановили водоспуск (монах).

Решта — 4 ставки були в машинних кар'єрах виробки 1930 р.

Зариблення було проведено 10 травня годовиком дзеркального коропа — в ставку № 6 старої кустарної виробки і в ставках № 4—5 машинних кар'єрів 1930 р. Посадку провадили за формулою

$$K = \frac{P}{B-b} X;$$

на загибель брали 35%, вага зарибку у момент посадки дорівнювала 30 г. У ставку № 6 було посаджено 118 штук, в ставки № 4 і 5 — по 70 штук. Рівень води було встановлено 90 см максимальний і 10 см мінімальний. Зниження рівня води за рахунок випаровування і фільтрації поповнювалося в ставку № 6 водоприводною каналом з річки Рокач, в інших ставках штучного поповнення води не робили.

Хемічний аналіз води в момент зариблення

№№ ставків	РН	Ост.	Хлору в лют. мін.	Мінеральні рештки	CO <sub>2</sub>	Окиснюваність	Примітка
1	7,5	0,2648	0,52	0,13992	12,65	38,30	
2	7,8	0,2584	1,70	0,13440	14,85	25,10	
3	7,5	0,2808	1,10	0,15440	13,75	25,75	
4	8,0	0,2640	0,27	0,18000	9,35	21,00	
5	7,6	0,3160	0,95	0,18000	11,00	25,40	
6	7,6	0,3256	1,75	0,14480	11,00	23,60	
7	7,7	0,2432	1,02	0,11600	13,75	25,37	Річка Рокач

Як видно, реакція води наближається до нейтральної РН—7,6; кількість CO<sub>2</sub> — нормальна для правильного розвитку риби.

Хемічні аналізи води провадилися 2 рази на місяць.

За даними гідробіологічних досліджень (рибного інституту) встановлено достатній розвиток бентосу і планктону, потрібного для риби.

Мікробіологічні дослідження провадилося від 17 лютого до 28 грудня 1931 року. Проби води з квітня по жовтень так само досліджувались



регулярно два рази на місяць в устаткованій Укрінсторфом періодично розтортуваній бактеріологічній лабораторії при Бучанській торфовій дослідній станції. Крім торфоводойм, досліджували воду мілководної річки Рокач, що протікає через територію Бучанської торфової дослідної станції.

Зіставляючи дані зимового і весняного досліджень води торфоводойм і річки Рокач по кількості бактерій, можна відмітити зменшення кількості бактерій у річці і значне збільшення їх у водоймі торфових кар'єрів:

Дата	р. Рокач	Водойма	Примітка
17/II	792	898	Кількість бактерій в 1 см <sup>3</sup> води
27/IV	135	1700	

Текучість води, швидкий розвиток процесів самоочищення і т. ін. ведуть до зменшення кількості бактерій у відталій річці; а в стоячій водоймі, що є ніби відстоювачем для органічних решток, ми констатуємо збільшення кількості бактерій, що розвивається в значній мірі за рахунок зазначених органічних речовин.

Значне збільшення кількості бактерій можна також відмітити у водоймах торфових кар'єрів і в період весняних зливних дощів:

16/V	558	310	264	132
18/VI	1168	882	624	274

Підвищення температури води у торфоводоймах при зменшенні їх глибини і активний розвиток у них рослинного і тваринного життя зумовлювали збільшення у водоймах кількості бактерій:

1/VII	697	976	554	704	466	558	404
17/VII	820	1315	2285	1793	1468	1368	254

А в жовтні можна було вже спостерігати різке зменшення кількості бактерій у торфоводоймах:

2/IX	1216	189	256	1452	632	1505
4/X	53	7	19	263	53	45

Проте, порівнюючи з осіннім періодом, у більшості випадків у замерзлих узимку торфоводоймах можна відмітити знову наростання кількості бактерій:

6/XI	273	480	468	599
28/XII	1021	448	573	814

У річці Рокач, забрудненій стічними водами, у серпні і жовтні була встановлена особливо значна кількість бактерій:

17/VIII — 1368, 24/VIII — 1429, 26/VIII — 1506, 2/IX — 3703.

Наведемо деякі дані про кількість бактерій у воді (річок, озер), що мають орієнтовне значення через незначне число літературних даних у даному питанні.

Досліджувана вода	Автор	Виявлена кількість бактерій в 1 см <sup>3</sup> води
Річка Сена	Мікель (за Омелянським)	Взимку — 144 000
		На весні — 77 000
		Улітку — 67 000
Мюггельське озеро	За Худяковим	На весні — 112 000
		До фільтрації — 11 700
Річка Лопань	Златогор	Після „ — 54
1) після Харкова		1 882
2) в місці впадання каналізації		8 066 000



За Мікелем треба вважати воду для пиття:

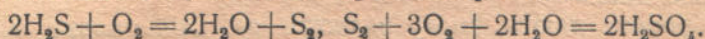
від 20 до	100	бактерій в 1 см <sup>3</sup> води	— за дуже добру
" 100 "	300	" " "	за добру
" 500 "	1000	" " "	за посередню
" 1000 "	2000	" " "	за нечисту

Кількість бактерій у воді торфокар'єрів, отже, не перевищує середніх цифр по наведених даних інших досліджень води; при цьому слід відмітити значні коливання у визначеннях за Мікелем води торфокар'єрів, як питної води.

Дослідження проб води в торфокар'єрі щодо нітрифікуючих бактерій (що мінералізують азотні сполуки, які утворюються при розкладі білків органічних речовин) вказує на наявність їх лише в окремих пробах. В досліджуваних пробах води річки Рокач відмічався здебільшого активний розвиток діяльності нітрифікуючих бактерій (при наявності різко позитивної реакції на продукти їх життєдіяльності).

При наших дослідженнях була встановлена часто наявність у воді торфокар'єрів значної кількості гнильних бактерій; приміром, у різний час у різних торфоводоймах були виявлені гнильні бактерії у процентному співвідношенні до інших бактерій — 3, 9, 11, 24, 38, 50, 70, 87%, що характеризують крайню нестійність цього співвідношення і коливання в значних межах.

Встановлено також активний розвиток сіркобактерій як у воді зазначених водойм, так і в мулі, що утворюється на дні торфоводойм. За Віноградським схема акту дихання сіркобактерій така:



Отже, сіркобактерії, зумовлюючи в певній мірі процеси самоочищення стоячих водойм, сприяють утворенню сульфатної кислоти, яку швидко використовують водні рослинні організми.

Сірководень, що виділяється при гнильних процесах, відіграє також певну роль в утворенні мулу на дні водойми ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{S} = 2\text{FeS} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}$ ), а мулоутворення є одним з помітних факторів, що сприяють розвитку бентосу.

В усіх досліджуваних торфоводоймах констатована наявність бактерій, що розкладають клітковину. Збагачення води на  $\text{CO}_2$ , потрібну для розвитку водних рослинних організмів, зобов'язане в значній мірі життєдіяльності бактерій. А розвиток рослинних організмів у свою чергу сприяє нагромадженню у воді кисню, потрібного для розвитку тваринного життя водойми.

Слабколужна, близька до нейтральної активна реакція середовища ( $\text{pH} = 7,5$  в серед. вираж.) дуже сприятлива для розвитку мікроорганізмів (треба мати на увазі, що наведені дані стосуються до водойм кар'єрів низинного торфовища).

Треба також відмітити факт швидкого зменшення кількості бактерій (загальної кількості і гнильних видів) у торфоводоймі після припинення одноразового спускання в неї стічних вод. Встановлено бактерії в 1 см<sup>3</sup> води: при спусканні стічних вод у торфоводойму (24/VIII) — 7213 бактерій, з них гнильних — 87%; через дві доби після припинення спуску стічних вод (26/VIII) — 3518 бактерій, з них гнильних — 51%.

Відмінною особливістю торфових водойм є наявність у них гумінових речовин. За даними досліджень („Адсорбція бактерій низинним торфом“) — гумінати мають яскраво виявлену здатність адсорбувати бактерії (особливо гнильні види). Особливого значення набувають гумінові речовини в „бактеріальному самоочищенні“ стоячих торфоводойм, завдяки осадженню на дно водойми гумінатів і адсорбованих бактерій, що відбувається тут. „Бактеріальне самоочищення“ має бути також віднесене до життєдіяльності



бактеріопоглиначів — тваринних мікроорганізмів, що живляться бактеріями-сапрофітами (черві, личинки комах, амеби, інфузорії, коловратки, кореніжки і ін.). Багато тваринних мікроорганізмів стоячих водойм живляться також продуктами, що їх синтезують бактерії (слизовими нагромадженнями білкового походження і т. ін.).

Вилів риби провадився 20 вересня. При цьому хемічний аналіз перед вилвом дав такі покази:

№№ ставка	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Хлор	Твердість	Глибина
1	4,40	8,37	0,27	20,72	16
2	11,00	3,96	0,81	25,20	16
3	8,00	8,36	0,46	19,04	14
4	7,04	10,76	0,65	15,12	14
5	7,04	7,38	0,74	19,60	16
6	11,00	5,09	1,30	22,96	14
Рокач	17,60	0,17	1,76	26,78	14

За даними вилову максимальна вага риби при 4-місячному віці встановлена в 535 г, а мінімальна — 265 г. Кілька екземплярів загинуло, частина риби вийшла при весняному прориві дамби, загалом на втрати припадає 37%. Середня вага екземпляра риби — 450 г, а урожай з 1 гектара становить 329 кг.

Повторні спостереження по зарибленню, проведені в 1932 р., підтвердили наведені вище дані.

Отже, ці роботи дають змогу вважати за раціональне використання торфових кар'єрів низинного торфовища для риборозведення. При цьому посадку слід провадити не пізніше 10—20 травня, обов'язково годовиками, а вилів — не пізніше 1 жовтня.

Слід мати на увазі, що спускання води, проводжуване систематично, дає негативні покази на хід нагромадження поживних речовин. Треба в разі великої витрати води (коштом випаровування і фільтрації) провадити періодичне поповнення водного запасу. За сезон треба 2—3 рази обкопати і вибрати траву з кар'єру.

Норма при зарибленні годовиком дзеркального коропа — 600 штук на гектар, з них 100 — на страхування (від можливої загибелі).

На торфорозробках слід широко використати торфові кар'єри для організації рибоводних ставків, щоб виконати директиви партії і уряду про робітниче постачання.



## ЗАРОСТАННЯ ВИРОБЛЕНИХ КАР'ЄРІВ

Головне завдання даної праці було — встановити, як відбувається процес заростання кар'єрів, які рослини виростають першими, які їх витісняють, які варіанти можливі при заростанні кар'єрів типового низинного болота лісостепової України.

З цією метою протягом двох вегетаційних періодів (1931 і 1933 рр.) було організовано систематичні спостереження над заростанням кар'єрів різного віку.

Спостереження провадилися на Бучанській торфовій дослідній станції по р. Рокач і на Ірпінській торфорозробці по р. Бучанці.

На Бучанській торфовій дослідній станції спостереження провадилися в 1931 і 1932 році, охопивши при цьому кар'єри, вироблені у 1930—1931 рр., розміщені в районі заповідника (виїмка 1921 р.), а також кар'єри, що вище греблі, яка з'єднує станцію Бучу з крохмальним заводом (виїмка 1922—1926 рр.).

На Ірпінській торфорозробці спостереження провадилися тільки в 1932 р. на кар'єрах перших 5 машин за роки видобування торфу 1930—1932.

Для проведення робіт було вибрано кілька більш типових кар'єрів, над якими систематично провадилися спостереження за якісною характеристикою рослинності і її кількісним обліком (з позначкою для кожного виду за шкалою — багато, часто, рідко), а також відмічалися фенологічний стан і життєвість.

В наслідок обробки зібраних матеріалів усі кар'єри за ступенем їх заростання поділено на три групи:

- 1) чисті або зарослі водоростями,
- 2) зарослі водними рослинами — стадія кільця,
- 3) зарослі болотними рослинами.

### Характеристика окремих груп кар'єрів за ступенем їх заростання

1 група — чисті або зарослі водоростями кар'єри. Звичайно це кар'єри першого, другого і почасті третього року життя кар'єру. На них ми бачимо перші стадії заростання, що починаються звичайно так: у чистій воді з'являються невеличкі колонії водоростей *Spirogyra* і *Mouglotia* (червень, початок липня), які з часом досить швидко розростаються, займаючи наприкінці серпня — вересня весь кар'єр. У цей час можна бачити подекуди окремі кущики *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demensum* або *Potamogeton crispus*.

На другому році життя кар'єру розвиток водоростей значніший, ніж на першому, водночас відбувається даліше розростання водних рослин (*Elodea*, *Ceratophyllum*)<sup>1</sup>.

На третьому році життя кар'єру *Elodea* або *Ceratophyllum* захоплюють уже значну частину кар'єру (при глибині води в кар'єрі 0,5 м він часто

<sup>1</sup> На другому і третьому році життя кар'єру, а іноді й пізніше, досить великий розвиток хорових водоростей можна спостерігати у неглибоких кар'єрах.



весь переповнений ними; при глибині води 1,0 м або більшій водні рослини заповнюють його з боків — від стінок).

Водорості на третьому році життя кар'єру розвиваються гірше, ніж у попередні роки, а на четвертому, п'ятому і дальших роках вони майже зовсім зникають: їх витісняє *Elodea* або *Ceratophyllum*.

Кар'єри, причислювані до цієї групи, зустрічаємо на Бучанській торфовій дослідній станції — місця виробки торфу за роки 1930—1931 (проти сільськогосподарського хутора торфової дослідної станції) і на Ірпінській торфорозробці — кар'єри виробки торфу за роки 1930—1932 (при цьому маємо на увазі кар'єри перших 5 машин, де відбувалися спостереження).

2 група — дальною — другою стадією заростання кар'єру є утворення і розвиток кільця.

Стадією кільця заростання я називаю такий стан при заростанні кар'єру, коли водні рослини заповнили кар'єр від стінок суцільним кільцем; при цьому всередині кар'єру залишається незаросла смужка.

Ця стадія характеризується наявністю великої кількості водних рослин (*Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*), нижні частини яких поступово відмирають, збільшуючи таким чином кількість рослинних решток у кар'єрі. Нерідко поряд з зазначеними рослинами натрапляємо тут *Utricularia vulgaris*, *Hydrocharis morsus ranae*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*.

Слід відмітити, що *Elodea canadensis* майже завжди дає ясні кільця заростання, а *Ceratophyllum demersum* і *Utricularia vulgaris* не дають таких ясних кілець. Стадія кільця триває кілька років.

У кар'єрі на цій стадії заростання (там, де він уже наповнений водними рослинами або ж має досить міцне кільце) часто можна бачити, що з боку стінок починають наростати на кар'єр, укорінюючись частково в його стінках, а частково в рештках зазначених водяних рослин, що нагромадились в ньому, *Typha latifolia* або *Carex rostrata*, іноді *Scirpus lacustris* або *Carex pagoda* (остання тільки у вигляді домішки), при цьому ці рослини з'являються або по кілька видів, або ж спостерігається тільки один з них (найчастіше *Typha latifolia*). З'явлення зазначених болотних рослин являє початок третьої — кінцевої стадії заростання, для якої характерним є панування надводних рослин.

До числа причин, що порушують нормальний розвиток водної рослинності, належать великі температурні коливання і непостійність рівня води в кар'єрі. Остання спричинює іноді загибель значної кількості водяних рослин.

Стадію кільця можна спостерігати тільки в кар'єрах, що мають глибину води 1,0 м і більше, а при меншій глибині води (близько 0,5 м) цієї стадії не спостерігається, бо в такому разі водні рослини оселяються по всьому дну кар'єру і дуже швидко заповнюють його (поминаючи стадію кільця).

Саме в таких кар'єрах найчастіше можлива загибель великої кількості водних рослин від різких змін умов їх існування — залежно від зміни рівня води і температури.

На цій стадії заростання на Бучанській торфовій дослідній станції перебувають майже всі старі кар'єри в районі заповідника (за невеликими винятками) і частина кар'єрів, розміщених вище греблі, що сполучає станцію Буча з крохмальним заводом. На Ірпінській торфорозробці (по р. Бучанці) ту саму стадію заростання бачимо в кар'єрах виробки торфу 1930 р. (тут ще не дуже великі кільця).

3 група. Третя стадія заростання кар'єру є остаточною і характеризується витісненням водних рослин надводними, зникненням зеркальної поверхні кар'єру (в зв'язку з затягуванням її надводними рослинами і дальшим задернуванням), бурхливим розвитком болотних рослин і переповненістю кар'єру рослинними рештками.



Як уже згадувалося, заростання поверхні кар'єру надводними рослинами починається наростанням на кар'єр (від його стінок) таких рослин, як *Typha latifolia*, *Carex rostrata*, *Scirpus lacustris*, *C. paradoxa*, що укорінюються як у стінках кар'єру, так і в рештках відмерлих водних рослин. При цьому часто процес (заростання поверхні кар'єру і скріплення її кореневих плетив) прискорюється наявністю деревних рослин (*Salix cinerea*, *S. pentandra*, *Alnus glutinosa*), які своїми гілками зміцнюють утворювану топку поверхню.

В кар'єрах, що зтягаються болотними рослинами, трапляються з мохів *Drepanocladus aduncus*, *Acrocladium cuspidatus*; з квіткових рослин *Carex pseudocyperus*, *Typha latifolia*, *Bidens cernuus*, *Carex rostrata* і іноді злаки *Calamagrostis neglecta*, *Agrostis alba* v. *prorepens*, *Leersia oryzoides* і ін.

На досить уже зміцній поверхні кар'єру пануючою асоціацією є *Typha latifolia* + *Carex rostrata*; в дальшому розвитку спостерігається збільшення кількості *Carex rostrata* і зменшення *Typha latifolia*, коштом якої і розвивається *Carex rostrata*, завершуючи собою заростання кар'єру.

До цієї третьої стадії заростання кар'єрів слід віднести на Бучанській торфовій дослідній станції деякі кар'єри в районі заповідника і досить значну частину кар'єрів вище греблі, що сполучає станцію Буча з крохмальними заводом.

Для перемичок кар'єрів слід відмітити перевагу в першій половині вегетаційного періоду *Polygonum Hydropiper* і *Polygonum lapatifolium* з більшою або меншою домішкою *Leersia oryzoides*, *Oenanthe aquatica*, *Myosotis palustris*, *Lythrum Salicaria* і інших; у другій половині літа дуже розростається *Bidens cernuus*. При цьому така схема зміни рослинного покриву на перемичках характерна для кар'єрів як з першою, так і з дальшими стадіями заростання.

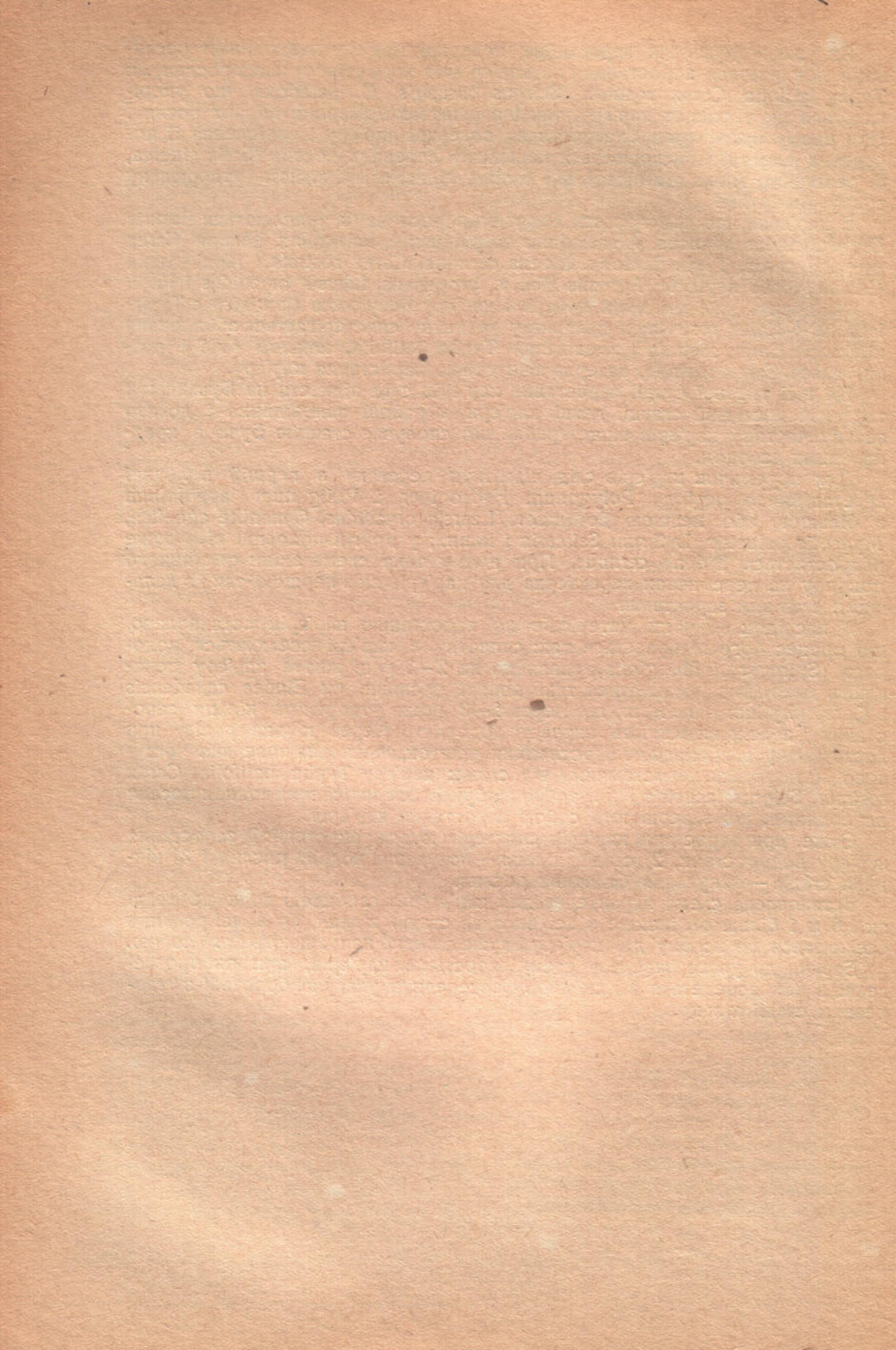
У наслідок обробки матеріалів по заростанню кар'єрів встановлено, що процес його відбувається так: спочатку в кар'єрі оселяються водорості (*Spirogyra* і *Monglotia*); звичайно на 2—3 році життя кар'єру починають енергійно розвиватися такі водні рослини, як *Elodea canadensis* і *Ceratophyllum demersum*, що через 2—3 роки утворюють кільця заростання і зовсім витісняють нитчасті водорості. Через кілька років, при достатньому нагромадженні рослинних решток, зеркальна поверхня поступово натягується наростаючими від стінок кар'єру *Typha latifolia*, *Carex rostrata*, *Scirpus lacustris* і ін., тобто відбувається витіснення водних рослин надводними, що завершують собою заростання кар'єрів.

Отже, при заростанні кар'єрів спостерігаються такі стадії: 1) заростання кар'єру водоростями, 2) стадія кільця — панування водних рослин і 3) кінцева стадія — панування болотних рослин.

Встановлена схема характерна для кар'єрів з глибиною води не менш як 1,0 м і більшою, інакше з неї випадає стадія кільця, бо водні рослини оселяються по всьому дну кар'єру і дуже швидко наповнюють його собою.

Беручи до уваги наведену схему заростання кар'єрів, при риборозведенні в них доведеться в основному зосередити увагу на боротьбі з утворенням стадії кільця.







ЧАСТИНА II

*НОВІ ТЕХНІЧНІ ПРОБЛЕМИ*







## МОЖЛИВОСТІ ТОРФОБРИКЕТУВАННЯ НА УКРАЇНІ І ПОБУДОВА ПЕРШОЧЕРГОВОГО ЗАВОДУ<sup>1</sup>

### 1. Торфове паливо і його використання

1. Використання торфу як палива. Задоволення дедалі зростаючої потреби в паливі повинно відбуватися, за вказівками наших керівних органів, як за рахунок дальшого максимального розвитку основних паливних баз і введення нових, так і через максимальне використання місцевих видів палива.

Проте, не зважаючи на значне зростання торфовидобутку на Україні за роки, що минули від Великої Жовтневої революції, доводиться все ж констатувати, що використання торфу тут не досягло того рівня, на якому воно повинно було б перебувати за розмірами наявних торфових запасів, а також за тим значенням, яке повинен мати торф як джерело покриття потреби в паливі.

За даними „Генерального плану електрифікації СРСР“ запаси торфу на Україні обчислюються в кількості 1,1 мільярда тонн в умовному паливі — це становить близько 2% усіх паливних ресурсів України і майже три чверті (75%) усіх запасів місцевих видів палива тут.

Якщо ж при цьому ще взяти до уваги, що поклади торфу розміщені порівняно далеко від Донбаса і що в районі покладів його з інших джерел палива є лише, в значній мірі, запаси дров, то серйозне значення торфу, як джерела покриття потреби України в паливі, стане ще очевиднішим.

Тимчасом, не зважаючи на зазначені вище моменти, участь торфу в топливному балансі України навіть в останні роки виражалася лише в десятих частках процента.

Звичайно, такий розмір використання торфових ресурсів є далеко недостатнім і не відповідає вказівкам і директивам партії і уряду, що їх дано в питанні про використання місцевого палива взагалі і торфу зокрема.

2. Причини недостатнього використання торфу. Причини, що привели до недостатнього використання торфу на Україні як палива в дореволюційній час, були дуже різноманітні.

Торфові поклади України, розділені в руках порівняно численного кола великих і дрібних власників, тісно зв'язані з загальною долею землеволодіння, до складу якого вони входили, не могли стати об'єктами великої капіталістичної промисловості, і тут створювалися лише невеличкі торфорозробки для постачання палива підприємствам по переробці сільськогосподарської продукції, з якими вони територіально дотикалися і з якими їх об'єднувала, звичайно, спільність власників.

Поклади ж кам'яного вугілля, у порівняно багато разів тут більш і розміщені до того дуже компактно, не тільки мали досить даних, щоб стати об'єктом великої промисловості, а більше того — послужили, разом з розміщеними порівняно близько залізрудними запасами, основною базою її розвитку на Україні.

Поряд з порівняно швидким зростанням на Україні в дореволюційній час добувних галузей, у тому числі і кам'яновугільної, розвиток велико-

<sup>1</sup> За матеріалами праці „Техноекономічне обґрунтування першочергового торфобрикетного заводу на Україні“ І. Ш. Гендлера (Укрінторф).



капіталістичної обробної промисловості відставав, а це приводило до меншого зростання потреби в промисловому паливі, порівнюючи з видобутком його.

Разом з тим, поряд з розвитком видобутку донбаського кам'яного вугілля, на Україну довозилося (в північно-західні райони її) домбровське вугілля і навіть мав місце деякий імпорт іноземного вугілля (одеський порт і прилеглі райони); крім того, тут використовувалося і деревне паливо в розмірах, що приводили до хижацького знищення лісів.

Далі, торф поступався перед кам'яним вугіллям своїми тепловими якостями і своєю транспортабельністю і, нарешті, був порівняно дорожче за вугілля.

В умовах соціалістичного господарства причини першої групи зовсім відпали; більше того, з'явився ряд особливих передумов, які всебічно сприяють розвитку торфодобування: потреба в паливі ввесь час безперервно зростає відповідно до загального нечуваного зростання нашої промисловості; для задоволення дедалі зростаючої потреби в паливі необхідно використання, і до того максимальне, всіх енергетичних ресурсів країни; це, крім того, диктується ще політикою піднесення промислового розвитку всіх відсталих областей і окраїн на базі найповнішого використання місцевих сировинних і паливних можливостей; питання рентабельності в умовах соціалістичного господарства так само набувають зовсім іншого значення і розглядаються з погляду доцільності народного господарства в цілому, а не тільки окремих підприємств або галузей; нарешті, загальна індустріалізація країни, що дає широкі можливості для реконструкції торфової промисловості.

І якщо все ж, як видно з наведеного вище, вкорінення торфового палива на Україні відбувається далеко в недостатніх розмірах, в особливості в домашньому побуті, то це пояснюється тим, що залишилися в значній мірі причини другого порядку, тобто причини, що полягають у властивостях торфового палива, або вірніше, у властивостях тих його видів, які вироблялися досі і виробляються тепер. Крім того, пояснюється це також у певній мірі формами і способами використання торфу як палива.

3. Особливості добуваного торфового палива. За своїми тепловими якостями українські торфи, що належать здебільшого до низинних, є цілком задовільний паливний матеріал.

Тепер на Україні добувають три види торфового палива: різаний, що поступово сходить на нівець, займаючи ще тільки деяке місце в кооперативному торфодобуванні; машинно-формувальний, що складає основну масу добуваного торфу; і, нарешті, фрезерний, роль якого поступово посилюється, і який за даними другої п'ятирічки повинен зайняти досить серйозне місце в добуванні торфу на Україні.

Наведені види торфового палива загалом аналогічні за своїми властивостями і відрізняються один від одного лише більшим або меншим ступенем виявлення тих або тих властивостей і особливостей.

Так, щодо кускового торфу, який об'єднує машинно-формувальний і різаний торф, треба відмітити:

а) вологість кускового торфу непостійна і залежить від погоди протягом сезону добування, умов зберігання і транспортування—в наслідок вологість окремих партій, а іноді навіть і в межах однієї і тієї ж партії буває зовсім різною; це викликає потребу в частих змінах режиму топків, що не завжди легко здійснити і що в усякому разі зв'язано з перебоями в роботі;

б) далі, що особливо важливо, в наслідок значної кришимості доставлений споживачеві кусковий торф у значній своїй частині перетворюється на дріб'язок, втрачає переваги кускового палива і при зберіганні і транспортуванні дає значні втрати;



в) нарешті, завдяки невеликій порівняно об'ємній вазі кускового торфу, транспортні засоби при його перевозах використовуються дуже непевно, а це, разом з порівняно невисокою теплогустістю, приводить до значного збільшення транспортних витрат, порівнюючи з іншими видами палива.

Але якщо вплив зазначених особливостей кускового торфу зводиться майже повною мірою на нівець при використанні його в межах невеличкого радіуса перевозів і при спалюванні в відповідно сконструйованих топках, тобто при використанні як промислового палива, де можлива наявність зазначених необхідних умов, то використання його в домашньому побуті, оскільки це зв'язане з більш або менш значними перевозами, з неодноразовими перевалками зі складу на склад і зі спалюванням у звичайних грубах, тобто в умовах, коли, навпаки, негативний вплив наведених особливостей стає особливо значним, являє чималі труднощі і часто економічно не вигідне.

Щодо фрезерного торфу, то навіть при умові повної кондиційності його, він є паливо виключно промислового характеру і до того в умовах великого силового господарства з відповідно сконструйованим топочним устаткуванням.

При цьому треба підкреслити, що завдяки особливо слабкій компактності, особливо підвищеній вологоємності і здатності до самозапалювання фрезерного торфу, умови транспортування і зберігання його, не зважаючи на велику легкість механізації процесів вантаження і розвантаження, ще складніші і більш не вигідні; цим ще в більшій мірі лімітується можливість раціонального і вигідного використання його в широких територіальних межах, навіть порівнюючи з кусковим торфом.

Отже, широке вкорінення торфового палива тепер натрапляє на перешкоди в основному в тих властивостях його, що утворюються в ньому завдяки існуючим методам обробки його, і далі значне розширення вкорінення його в такому вигляді можливе лише при умові розвитку промислового будівництва і електробудівництва безпосередньо біля торфових масивів або в усякому разі дуже близько до них.

Для того ж, щоб розширити територіально межі раціонального використання торфу як палива, а головне, щоб розширити можливості його вкорінення в різні галузі, де він досі майже не застосовувався, і особливо в домашній побут, потрібна додаткова обробка дубових видів торфового палива, яка б змінила властиві йому особливості і хиби.

## 2. Торфобрикетування і його значення

1. Поліпшування торфового палива і способи його. Поліпшування торфового палива, як і взагалі інших видів паливних матеріалів, є така переробка його, в наслідок якої підвищуються теплові якості і надаються властивості, через які транспортування і зберігання стають зручнішими, а використання більш раціональним і вигідним.

Способів поліпшування торфового палива тепер є багато і поділяються вони на дві основні групи: хемічні, де поліпшування відбувається шляхом термічної переробки, і способи, де провадиться тільки механічне оброблення торфового палива.

Серед способів поліпшування торфу першої групи найбільше значення мають: газифікація, через яку з торфу одержують дуже цінне паливо у вигляді різних газів; консування і полускування, де з торфу одержують тверде паливо спеціального призначення.

До механічних способів поліпшування торфу належать: теплове досушування його, при якому знижується вологість; одержання пилоподібного палива, яке має ряд переваг при спалюванні; і нарешті, брикетування, що



є досить поширеним і порівняно давно існуючим способом механічної обробки найрізноманітніших видів палива, особливо неповноцінних і низько-сортних, а також різних відходів (тирса, деревні відходи і ін.).

2. Брикетування торфового палива. Брикетування, під яким, взагалі кажучи, розуміють штучне формування горючих матеріалів через нагрівання і пресування або одне з них, з додаванням зв'язуючих речовин або без них, і яке має на меті підвищення теплових якостей палива і надання йому зручніших для використання форм, виникло понад 100 років тому і на початку практикувалося головне щодо кам'яновугільного дріб'язку, використання якого в звичайному вигляді являє труднощі або навіть неможливе технічно і не вигідне економічно.

Майже одночасно або у всякому разі ненабагато пізніше почалося брикетування бурого вугілля в Німеччині; промислового характеру, проте, воно набуло лише в 70-х роках минулого сторіччя, коли добилися одержання буровугільних брикетів без домішки води і зв'язуючих речовин; але особливо широко почало розвиватися брикетування бурого вугілля, і до того саме в Німеччині, перед імперіалістичною війною.

Перші спроби брикетування торфу мали місце в Західній Європі і належать порівняно до раннього періоду: торфобрикетування було запропоновано вперше англійцем Гвінне ще в 1853 р. і вже в 1856 р. його практично здійснив Екстер, який збудував торфобрикетний завод на болоті „Гаспельмоор“ поблизу Мюнхена.

Трохи пізніше виник ще ряд торфобрикетних заводів у Німеччині і в інших країнах; проте, широкого промислового розвитку торфобрикетування ні в Німеччині, ні в інших країнах не досягло. Торфобрикетні заводи, що відкривалися там, були здебільшого незначних розмірів, багато з них не могли довго існувати і закривалися через конкуренцію з боку інших економічно-вигідніших видів брикетованого палива, головне — буровугільного.

В роки імперіалістичної війни і в перші роки після неї інтерес до торфу в Німеччині зріс, побіжно посилилась увага і до брикетування торфу, особливо в зв'язку з значними успіхами брикетування бурого вугілля. Завдяки цьому там були знову збудовані два торфобрикетні заводи — „Фрідланд“ і „Вестемоор“, з яких перший після дворічного існування закрився, а другий працює далі.

Такий незначний розвиток торфобрикетування в Німеччині пояснюється рядом причин, але в основному головне значення мали: конкуренція з боку дешевших буровугільних брикетів, які зайняли в Німеччині виключно серйозне місце; крім того, в Німеччині, при її порівняно невеликих запасах торфу, добування його для паливних потреб не має особливо актуального значення і торфобрикетування, отже, не може мати там широких перспектив.

Зовсім іншим є становище на Україні, де запаси торфу досягають порівняно значного розміру і розташовані в районах, де інших запасів палива, крім у значній мірі вирубаних лісів, нема.

Крім того, на Україні, в зв'язку з розвитком нечуваними темпами промисловості і народного господарства в цілому, потреба в паливі зростає дуже швидко і для її задоволення потрібно максимально можливе використання всіх наявних паливних ресурсів, і до того в найбільш технічно і економічно раціональному вигляді.

У дореволюційний час на Україні торфобрикетування не було, але на території теперішньої РСФРР воно почалося порівняно рано, і в 90-х роках минулого сторіччя там було два торфобрикетних заводи: Іриновський поблизу Ленінграда і Верхньоісецький в Уральській області.

Заводи ці працювали на повітряно-сухому торфі ручного різання і випускали торфобрикети доброї якості; проте, вони повинні були через деякий час закритися, бо в зв'язку з подорожчанням робочої сили різаний торф



так підвищився в ціні, що торфобрикети з нього не могли конкурувати з дровами, які ж до того тоді в зазначених районах були ще дуже дешеві.

Після цього, здається, серйозних спроб відновити торфобрикетування не було і в РСФРР аж до 1924 р., коли до цього питання знову повернулося в зв'язку з роботами по штучному зневодненню гідроторфу.

Досліди по штучному зневодненню гідроторфу відбувалися на дослідному заводі з 1924 по 1927 рік, там же була і торфобрикетна установка.

Торфобрикети, що вироблялися на цій установці з зневодженого гідроторфу, були дуже доброї якості, не зважаючи на те, що процес торфобрикетування до того часу не був ще достатньо розроблений, але вони коштували порівняно дорого і не могли конкурувати з іншими видами палива і зокрема з дровами, що їх мають в основному замінити торфобрикети в домашньому побуті.

У 1930 році дослідні роботи по торфобрикетуванню в РСФРР почалися знову — на цей раз на дослідній торфовій станції в Редкіно, куди була перенесена торфобрикетна установка; як вихідний матеріал взято було фрезерний торф, який є одним з найдешевших видів торфового палива.

В наслідок дослідних робіт по торфобрикетуванню на зазначеній напівзаводській установці виявилось, що торфобрикети, вироблювані з фрезерного торфу, досить доброї якості і коштують порівняно недорого, отже, використання їх є економічно вигідним, навіть порівнюючи з дровами, з якими вони можуть цілком конкурувати.

Тепер закінчують складати технічний проект і провадять підготовні роботи до побудови першого промислового торфобрикетного заводу продуктивністю в 180 000 тонн брикетів на рік в Орехово-Зуєво на базі Озерецько-Нікольського торфового масиву.

3. Властивості і якості торфобрикетів. Ми бачили, що основне завдання торфобрикетування — перетворити звичайне торфове паливо на цінніше за тепловими якостями і зручніше при використанні, зберіганні і транспортуванні.

Виходячи з даних німецької практики і з матеріалів, одержаних у нас в наслідок лабораторних випробувань протягом цілого ряду років, а головне — виходячи з матеріалів, одержаних в наслідок робіт по брикетуванню на установках напівзаводського масштабу і, зокрема, на останній з таких установок — на Редкінській дослідній станції, можна з певністю сказати, що поставлене завдання торфобрикетування розв'язує цілком задовільно.

По основних показниках, що характеризують звичайно якість палива, для торфобрикетів добуто такі дані: вологість торфобрикетів є постійною і коливається в межах 15%; теплотворна здатність їх вище звичайної для торфу і становить близько 4100 калорій; міцність торфобрикетів цілком достатня і вони витримують перевезення на значні віддалі по залізниці з рядом перевантажень, не даючи при цьому великої кількості дріб'язку; завдяки ж правильній формі, більшій компактності і більшій об'ємній вазі, торфобрикети дуже зручно зберігати і порівняно вигідно перевозити; певна вага брикетів і однорідність якості різних партій їх дають можливість легко урахувувати потрібну кількість торфобрикетів для різних потреб; спалювання торфобрикетів у домашніх грубах і плитах, а тим більш — у топках казанів, навіть найпримітивнішої побудови — не викликають ніяких труднощів, а це робить дуже широкою можливість їх використання; і лише трохи підвищена вологоємність торфобрикетів, і то тільки виготовлених з фрезерного торфу, змушує вживати заходів до забезпечення їх від намокання при перевозах і зберіганні.

Отже, уже з самого переліку властивостей і якостей торфобрикетів можна зробити висновок, що вони є дуже цінне і зручне паливо, яке може бути використано для найрізноманітніших потреб, у тому числі і як домашнє паливо.



Якщо ж зіставити торфобрикетів з іншими видами палива на Україні, крім донецького кам'яного вугілля, тобто з дровами і торфовим паливом кусками, то переваги торфобрикетів і значення їх як палива досить цінного виявляються ще рельєфніше.

Порівняльні показники якості різних видів палива

Таблиця 1

Назва показників	Дрова	Кусковий торф (м.-ф)	Торфобрикет
1. Вологість у %/о . . . . .	35	30	15
2. Зольність у %/о . . . . .	1	8—10	8—10
3. Теплотворна здатність в кілокалоріях . . . . .	2600	3000	4100
4. Об'ємна вага м <sup>3</sup> у кг . . . . .	470	450	850
Теплогустість у мількалоріях . . . . .	1,22	1,35	3,50

Вологість торфобрикетів значно нижче вологості кондиційних товарних дров (35%) і кускового торфу (30%); якщо ж при цьому взяти до уваги, що фактична вологість дров і кускового торфу буває значно вище, коливаючись у межах до 40%, а іноді й вище, то співвідношення буде ще вигіднішим на користь торфобрикетів.

Щодо зольності торфобрикетів поступаються перед дровами, але все ж розміри її такі, при яких якість палива не погіршується ще скільки-небудь серйозно; щодо кускового торфу, то його зольність на Україні порівняно висока, а тут взято умовно зольність однакову з зольністю торфобрикетів для порівняння обох видів палива щодо інших показників.

Теплотворна здатність торфобрикетів порівняно висока і становить у середньому близько 4100 калорій; теплотворність різних порід дров коливається в межах 1500—3200 калорій, а середня теплотворність мішаних дров, яка, звичайно, залежить від співвідношення різних порід і ряду інших причин, вважається умовно різними авторами в межах 2600—2800 калорій. При наших обчисленнях прийнято 2600 калорій, оскільки дрова, що фігурують на київському ринку в останні роки, невисокої якості. Теплотворна здатність кускового (м.-ф.) торфу коливається на Україні так само в дуже широких межах: 2200—3200 калорій і в середньому для України приймається в 2700 калорій. У наших обчисленнях, оскільки для порівняння умовно взято зольність тільки в 8—10%, теплотворна здатність прийнята в 3000 калорій.

Отже, теплотворність торфобрикетів вище теплотворності дров і кускового торфу, навіть взятого умовно більш підвищеної якості, а головне — є більш або менш постійною, даючи лише невеличкі коливання, порядку кількох десятків калорій у той чи інший бік.

Щодо об'ємної ваги і компактності, які мають, як уже зазначалося, вище, досить серйозне значення для палива при транспортуванні і зберіганні, то торфобрикетів і в цьому відношенні переважають і кусковий торф, і дрова: при середній вазі одного м<sup>3</sup> мішаних дров 470 кг і кускового торфу — 470 кг — вага одного м<sup>3</sup> торфобрикетів досягає 850 кг.

Відповідно і теплогустість торфобрикетів більша, ніж дров і кускового торфу: теплогустість 1 м<sup>3</sup> дров — 1,22 мільйона калорій, кускового торфу — 1,35 мільйона калорій, а торфобрикетів 3,50 мільйона калорій.

Отже, торфобрикетів менш вологі, мають вищу теплотворність, ніж дрова і кусковий (м.-ф.) торф, і значно більшу теплогустість, завдяки цьому вони більш транспортабельні, витримуючи технічно і економічно далекі перевози, зручніші для застосування і можуть бути ширше і різноманітніше використані.

4. Економічні показники використання торфобрикетів. Можливість використання того чи того виду палива визначається, проте, не тільки його технічними властивостями і зручностями; дуже



серйозне значення для вкорінення палива має також і ряд моментів економічного порядку: вартість даного палива у споживача, порівнюючи з іншими, розміри потрібних капіталовкладень на тонну продукції, питання транспорту, наявність споживачів і ін.

а) Становище щодо одного з основних моментів зазначеного порядку, тобто вартості торфобрикетів, порівнюючи з іншими видами палив, визначається згідно з наведеною нижче таблицею (див. табл. 2).

В основу розрахункових елементів, наведених у таблиці, покладено фактичні дані, взяті щодо міста Києва як пункту, що постачання його торфобрикетами намічається в першу чергу; а що не всі елементи могли бути фактичного характеру, то за відсутністю їх довелося використати частково середні й проектні дані.

Приміром, вартість тонни торфобрикетів франко-торфобрикетний завод взято в розмірі проектної вартості, обчисленої згідно з даними проекту для Орехово-Зуєвського торфобрикетного заводу в 35 крб. 55 коп.

Як вартість дров взято середню заготовіву вартість „Київ-паливо“, щождо кускового торфу—ціну, яку виплачують торфодобувним організаціям.

Вартість залізничних перевозів обчислена для торфобрикетів по віддалі від торфобрикетного заводу, намічуваного на Замглаї, до Києва—240 км; щождо вартості перевозів дров і кускового торфу, то її взято по середній віддалі перевозів їх до Києва, яка за даними „Київ-паливо“ складає близько 150 км для дров і близько 75 км—для кускового торфу.

Витрати по приставленню палива в Києві на склад споживача гужем або автотранспортом обчислені з розрахунку середнього перевозу на 5 км і вартості в цілому однієї тонни в 20 крб., згідно з встановленими для транспортних організацій ставками.

Загальні витрати паливостачаючих організацій (податки, кредитні операції, утримання апарату і складів і ін.) взято в середньому на тонну в розмірі 11 крб. 10 коп. для дров і 4 крб. 40 коп. для торфу, згідно з даними „Київ-паливо“. Для торфобрикетів їх узято в тому ж розмірі, як і для торфу, з деяким зменшенням тільки втрат, які для торфобрикетів природно мають бути меншими.

Таблиця 2

Порівняльна вартість різних видів палива—франко-склад споживача в Києві

Назва окремих елементів витрат	Витрати в крб. на 1 тонну		
	Дров	Кускового торфу	Торфобрикетів
1. Заготовівна або купівельна вартість франко-ліс, торфорозробка, завод . . . . . 1 т	14 крб.	15 крб. 90 к.	35 крб. 55 к.
2. Середня вартість доставки до станції відправлення . . . . . 1 т	25 "	} 19 крб.	—
3. Середня вартість вантаження в залізничні вагони . . . . . 1 т	2 " 50 к.		—
4. Середня вартість фрахту і інших залізничних витрат . . . . . 1 т	3 " 50 "	2 крб. 40 к.	5 крб. 10 к.
5. Середня вартість розвантаження в Києві і укладання в штабелі . . . . . 1 т	2 " 50 "	2 " 50 "	2 " 50 "
6. Складські витрати . . . . . 1 т	3 " 50 "	2 " —	2 " —
7. Втрати . . . . . 1 т	— 60 "	1 " 40 "	— 60 "
8. Загальнонакладні витрати, податки й інші витрати . . . . . 1 т	6 " —	1 " —	1 " —
Разом відпускна вартість . . . . . 1 т	57 крб. 60 к.	44 крб. 20 к.	46 крб. 75 к.
9. Середня вартість доставки у двір споживача . . . . . 1 т	20 " —	20 " —	20 " —
10. Розпилювання і розколювання . . . . . 1 т	15 " —	—	—
Разом вартість споживачеві . . . . . 1 т	92 крб. 60 к.	64 крб. 20 к.	66 крб. 75 к.



Проте, вартість тонни палива сама по собі ще не визначає становища речей і не дає достатніх даних для судження про порівняльну вигідність того чи того виду палива, бо тут доводиться мати справу з нерівнозначними величинами: лише зіставлення вартості палива з його теплотворною здатністю може дати щодо цього достатній критерій, а саме — вартість 1 кілокалорії, яка й може служити одиницею порівняння вартості різних видів палива (див. табл. 3).

Таблиця 3

Порівняльна вартість 1 кілокалорії різних палив франко-склад споживача в Києві

Назва	Дрова при 35% вологості	Кусковий торф при 30% волог.	Торфобрикет при 15% вологості
1. Вартість 1 тонни палива . . . . .	92 крб. 20 к.	64 крб. 20 к.	66 крб. 75 к.
2. Теплотворність у кілокалоріях . . . . .	2600	2700	4100
3. Вартість 1 кілокалорії . . . . .	3,55 коп.	3,40 коп.	1,63 коп.
4. Співвідношення між окремими видами палива, якщо прийняти вартість 1 кілокалорії торфобрикетів за 100% . . . . .	217,8%	147,2%	100%

З наведених розрахунків видно, отже, що торфобрикет вартістю є більш вигідне паливо, ніж дрова і навіть ніж кусковий торф, при чому, якщо вартість 1 кілокалорії торфобрикетів прийняти за 100, то вартість дров буде вище на 117,8%, а кускового торфу — на 47,2%.

б) Дуже серйозне значення при використанні палива мають, як зазначалося вище, також і питання транспорту, тобто на скільки використання даного палива полегшує транспорт, або навпаки, створює додаткове завантаження його.

Завдяки більш значній об'ємній вазі і більшій теплогустості, торфобрикет значно транспортабельніші від дров і кускового торфу, і при заміні ними останніх завантаження транспорту полегшується, як це видно з наведеного далі розрахунку.

180 000 торфобрикетів на рік, виробка яких намічається на торфобрикетному заводі, проєктованому на замглайському торфовому масиві, може замінити 283 846 т дров або 273 334 т кускового торфу.

Для перевезення наведеної кількості торфобрикетів потрібно буде близько 11 тисяч вагонів, пробіг яких виразиться в розмірі близько 2 640 000 вагоно-кілометрів. Для перевезення ж 283 846 т дров, що замінюють зазначену кількість торфобрикетів, потрібно буде близько 22 тисяч вагонів, які повинні будуть проробити близько 3 300 000 вагоно-кілометрів.

Аналогічне ж становище щодо кількості вагонів матимемо при заміні торфобрикетами кускового торфу: для перевезення 273 334 тонн кускового торфу потрібно близько 23 000 вагонів; щодо пробігу, то він буде менше — близько 2 300 000 вагоно-кілометрів, бо середня віддаль доставки торфу порівняно невелика.

в) Єдиним моментом, коли становище торфобрикетів, у порівнянні з іншими видами місцевого палива, є менш вигришним, це капітальні вкладення.

Витрати на тонну умовного палива становлять, за звітними даними Держплану СРСР за 1932 рік: дров — 0, підмосковного вугілля — 84 крб., машинно-формуваального торфу — 112 крб., гідроторфу — 125 крб., фрез-торфу — 73 крб.

А для торфобрикетів, згідно з даними проєктного завдання, розмір капітальних вкладень коливається в межах 140—185 крб. на тонну умовного палива, залежно від джерела постачання парою і електрострумом, без капітальних вкладень на організацію господарства по добуванню торфу, що є сировиною для торфобрикетів.



5. Вплив торфобрикетування на розширення використання торфового палива. Безпосередніх даних, обґрунтованих практикою широкорозвинутого промислового виробництва, про вплив торфобрикетування на розширення використання торфового палива і про напрям, в якому головне воно має виявитися, у нас нема. На Україні торфобрикетування, як уже зазначалося, зовсім не мало місця; на території теперішньої РСФРР хоча торф і брикетувався, проте, це відбувалося в таких незначних масштабах і в таких технічних і економічних умовах, що дані такого порядку не можуть бути скількинебудь серйозно показовими.

Щождо практики Західної Європи і зокрема Німеччини, де головним чином мали місце спроби розвинути брикетування торфу, то й там воно відбувалося в масштабах, які так само не дають підстав вважати їх за достатньо показові.

Проте, дані побічного порядку, що є, дають можливість судити про те, що торфобрикетування має виявити досить серйозний вплив на розвиток торфодобування і відограти значну роль у вкоріненні торфового палива в нові галузі і особливо в домашній побут, де досі воно займало дуже невеличке місце.

1. Уже самий факт виникнення брикетування і номенклатура, що дедалі більш і більш розширюється, паливних матеріалів і різних відходів, охоплюваних ним, говорить про те, що останнє є фактором, який позитивно впливає на вкорінення палива, що з будь-яких причин у звичайному своєму вигляді просувається не досить інтенсивно або не може зовсім бути використаним; причини такого впливу полягають у значному поліпшенні при брикетуванні властивостей і якостей вихідного матеріалу.

2. Далі дуже показовим щодо цього є дані про розміри, яких набуло брикетування різних видів палива за кордоном і особливо в Німеччині, і про той вплив, який воно виявило на вкорінення таких палив, які без нього не могли б досягти широкого використання; особливо показовими є дані про брикетування в Німеччині бурого вугілля, палива, яке своїми якостями і властивостями аналогічне торфові.

У 1907 р. за кордоном було вироблено 11 млн. т різних брикетів, з них на частку Німеччини припадало 4 млн. т; у 1912 р. кількість вироблених брикетів досягла 15 млн. т, у тому числі в Німеччині понад 5 млн. т. Після імперіалістичної війни розвиток брикетування, особливо бурого вугілля, пішов ще значнішими темпами: приміром, у Німеччині в 1926 р. було вироблено 33,5 млн. т буровугільних брикетів, у 1929 р., останньому передкризовому році, виробка їх досягла 40 млн. т (а за іншими джерелами — 43 млн. т); з настанням кризи виробка буровугільних брикетів в Німеччині знизилася, становлячи в 1930 р. 33,9 млн. т, у 1931 р. — 32,4 млн. т, у 1932 р. — 29,7 млн. т; потім, з настанням у Німеччині депресії особливого роду, виробка їх трохи підноситься, але все ж не досягає передкризового розміру: у 1933 р. — 30,1 млн. т, у 1934 р. — 31,4 млн. т.<sup>1</sup>

3. Наведені вище порівняльна якісна характеристика торфових брикетів і економічні показники їх вигідності, у порівнянні з якими навіть таке дуже поширене паливо, як дров'яне, програє, також дають досить підстав вважати, що торфобрикетування повинно виявити досить серйозний вплив на розширення використання торфового палива і на те, щоб воно зайняло серйозне місце в покритті потреби в паливі на Україні.

4. Нарешті, наведені далі дані про можливу потребу в торфобрикетах показують на цифровому матеріалі, правда тільки орієнтовно обчисленому, якою може бути роль торфобрикетування в розширенні використання

<sup>1</sup> Дані за 1929—1934 рр. про виробку буровугільних брикетів узято з Braun Kohle.



торфового палива і вкоріненні його в галузях, де воно раніше майже не застосовувалося.

### 3. Потреба в торфобрикетах на Україні

1. Ділянка застосування торфобрикетів. При промисловому використанні торфового палива, де є або порівняно легко можуть бути створені передумови, потрібні для раціонального і вигідного використання, освоєння його відбувається досить успішно і в звичайному вигляді; це підтверджується застосуванням його в останні роки на Україні в сотнях тисяч тонн, а в РСФРР і в мільйонах тонн у топках промислових підприємств і електростанцій.

Зовсім іншим є, проте, становище при використанні торфу як побутового палива, коли зазначені передумови не можуть мати місця і всі спроби вкорінити кусковий торф у домашній побут не привели до будь-яких значних наслідків, принаймні в містах України.

Тимчасом потреба в побутовому паливі досить значна і покриття її за рахунок тих видів палива, які досі використовувалися для цієї мети, стає дедалі більш і більш утрудненою.

Дрова, що відогравали досі превалюючу роль у покритті потреби в побутовому паливі, особливо в частині індивідуального користування, в зв'язку з виснаженням лісів на Україні взагалі і особливо в районах більш або менш великих міських центрів, а також в зв'язку з потребою надалі підсилити використання деревини для будівництва і промислових потреб, не тільки не можуть задовольнити зростаючу потребу в побутовому паливі, але їх участь щодо цього повинна навіть значно знизитися.

Використання кам'яного вугілля як побутового палива не може розширятися до потрібних для побутових вимог меж, бо це зв'язано з значним відверненням його від використання в промисловості і на транспорті, де воно є здебільшого незамінним видом палива: кам'яне вугілля, і до того тільки низькі сорти його можуть бути використані як побутове паливо тільки в тих областях і районах, які не мають зовсім запасів власного палива і розташовані в безпосередній близькості до Донбаса.

Отже, забезпечення покриття потреби в побутовому паливі можливо тільки за рахунок застосування у відповідних розмірах торфу як побутового палива, що, як ми бачили, можливо і раціонально лише при використанні його у вигляді брикетів.

Через зазначене основною ділянкою застосування торфобрикетів повинно бути використання їх як палива для побутових потреб населення, особливо в індивідуальній частині його.

А використання торфобрикетів як промислового палива повинно мати місце лише в тих випадках, коли через особливості географічного положення не може бути досить раціонально і вигідно використане торфове паливо у звичайному вигляді, або коли за характером виробничих процесів потрібне відповідне паливо, а разом з тим використання цінного кам'яного вугілля було б зайвим.

2. Можлива потреба у торфобрикетах<sup>1</sup>. Оскільки основною ділянкою застосування торфобрикетів, як ми бачили вище, повинно бути використання їх як побутового палива, то при обчисленні

<sup>1</sup> При обчисленні можливої потреби в торфобрикетах було використано паливний баланс по м. Києву за 1934 р. і по Київській області за 1933 р., а також примірні дані потреби в паливі по Україні в цілому на 1932 рік, бо пізніших розрахунків немає; по Київській області і по Україні наведені дані є взагалі єдиними, а по м. Києву хоча є паливний баланс на 1935 р., але в ньому дано лише зведення запланованого привозу палива, а розрахунок потреби м. Києва в паливі на 1935 р. в ньому не наведений.



потреби в них було взято до уваги в основному можливості саме щодо цього.

1. По місту Києву, за даними паливного балансу на 1934 р., загальна потреба в побутовому паливі обчислюється в кількості 279,2 тисяч т в умовному паливі, що становить 43% всього потрібного по Києву палива; при цьому на побутові потреби усупільненого сектора припадає 98,7 тис. т або 35%, а на потреби індивідуального сектора — 180,5 тис. т або 65% усієї потреби в побутовому паливі.

За окремими видами палива потреба для побутових нужд розподіляється так (див. табл. 4).

Як видно з наведеної таблиці, превалюючим видом палива в Києві є дрова, загальна потреба в яких обчислюється в 500 тисяч т в натуральному паливі, що становить 70% усієї потреби в побутовому паливі. Особливо значна роль дров в індивідуальному секторі, де вони є, якщо не зважати на невеличкі кількості нафтопродуктів і деревного вугілля, єдиним видом палива, і потреба в них по цьому сектору досягає 425 000 т. В усупільненому секторі їм також належить значне місце — 74,5 тис. т, але тут поряд з дровами намічена значна участь і інших видів палива: торф — 68 тис. т, штиб — 37 тис. т, кам'яне вугілля — 15,5 тис. т. Крім того, тут беруть участь і ряд інших видів палива у невеличких кількостях.

Таблиця 4

Структура потреби в побутовому паливі міста Києва

Назва палива	Кількість в т	Назва палива	Кількість в т
Усупільнений сектор		Індивідуальний сектор	
1. Кам'яне вугілля . . . . .	15 450	1. Дрова . . . . .	425 000
2. Штиб . . . . .	37 350	2. Нафтопродукти . . . . .	9 000
3. Торф . . . . .	68 187	3. Деревне вугілля . . . . .	5 000
4. Дрова . . . . .	74 396		
5. Нафта . . . . .	966		
6. Нафтопродукти . . . . .	610		
7. Мазут . . . . .	2 732		
8. Деревне вугілля . . . . .	—		

Покрити, проте, наведену потребу міста Києва в побутовому паливі, згідно з цитованими даними, немає змоги, і паливний баланс зведено з дефіцитом у 50 тис. т в умовному паливі, при чому не вистачає саме дров для побутових потреб у кількості 130 тис. т в натуральному паливі.

Якщо до цього додати, що при обчисленні потреби в побутовому паливі було взято до уваги тільки організоване населення, забезпечуване паливом порядком робітничого постачання, що норми, взяті при обчисленні потреби в паливі, досить тверді; що, нарешті, фактично надходження палива, особливо дров, менше від запроєктованого, то дефіцит у побутовому паливі в дійсності буде безумовно вище обчисленого за балансом принаймні на 50%, і загальний розмір його виразиться, примірно, в кількості 75 тисяч т в умовному паливі.

Дефіцит у побутовому паливі, як це було показано вище, найраціональніше поповнити торфобрикетами, яких для покриття обчисленої недостачі буде потрібно в кількості до 150 тис. т.

Якщо далі взяти до уваги, що використання кускового торфу і кам'яного вугілля для побутових потреб, як ми бачили вище, є нераціональним, хоча і з різних причин, і вони повинні бути в значній частині замінені іншим більш відповідним видом палива, то можлива потреба Києва в торфобрикетах значно розшириться.



Нарешті, якщо взяти до уваги необхідність хоча б часткової заміни дров, спалюваних для побутових потреб, щоб зменшити їх використання і тим хоч трохи послабити збезділення країни, то можлива потреба в торфобрикетах стане ще значнішою.

Отже, при розгляді топливного балансу м. Києва виявляється, що можлива потреба в торфобрикетах дуже значна; приміром, для покриття дефіциту в побутовому паливі по Києву потрібно не менш як 150 тис. т торфобрикетів; для заміни ж інших видів палива, хоча б у розмірі 25% використаної кількості, потрібно буде приблизно близько 100 000 т, тобто загальна можлива потреба в торфобрикетах по Києву становить приблизно чверть мільйона тонн у натуральному паливі.

2. Переходячи далі до виявлення можливої потреби в торфобрикетах по Київській області в цілому, яка є однією з основних областей, забезпечених порівняно значними запасами торфу, і для якої питання про використання торфобрикетів є досить актуальним, знаходимо ось що.

Загальна потреба в паливі тут, згідно з даними паливного балансу на 1933 р., визначається в 1783,4 тис. т умовного палива, в тому числі потреба в паливі для побутових нужд обчислюється в розмірі 388,6 тис. т, що становить 21,8% всієї потреби в паливі.

Проте, ці цифри не визначають повнотою потреби в паливі по Київській області: з пояснювальних матеріалів до балансу видно, що ним охоплена не вся область, зокрема не повно обчислена потреба в побутовому паливі, де через відсутність відповідних даних коло охоплених об'єктів є ще вужчим.

Дійсно, якщо з потрібної кількості побутового палива по області відняти потрібну місту Києву кількість побутового палива, визначувану паливним же балансом на 1933 рік у розмірі 240 тисяч т умовного палива, то виявиться, що потреба в побутовому паливі всього міського населення Київської області (без м. Києва) виразиться тільки в кількості близько 150 тисяч т і це, звичайно, досить мала цифра.

З другого боку, питома вага потреби в побутовому паливі по області нижче середньої питомої ваги потреби по Україні в цілому — 21,8% замість 25,6%, а тимчасом промислове використання палива в Київській області менше, ніж в інших індустріально більш розвинених областях, і питома вага потреби в побутовому паливі повинна бути тут порівняно більш високою. Ще більш низькою є питома вага потреби в побутовому паливі по області, порівнюючи з потребою в побутовому паливі по м. Києву, — 21,8% проти 44%.

Отже, якщо виходити з наведених даних і розрахунків, то обчислена за паливним балансом на 1933 рік потреба Київської області в побутовому паливі повинна бути збільшена принаймні на третину і виразиться приблизно в розмірі 520 тисяч т в умовному паливі. Звичайно, введена так потреба в побутовому паливі по Київській області не може претендувати на особливу точність, але в усякому разі вона, очевидно, все ж більш близька до справжнього становища речей.

Розподіл потреби в побутовому паливі Київської області по окремих видах його і примірні кількості їх визначаються згідно з наведеними далі даними про структуру паливного балансу Київської області на 1933 р. по побутовому сектору (див. табл. 5).

З наведених у таблиці даних видно, що превалююче значення в побуті мають тут, як і по місту Києву, дрова — вони становлять 82,2% усієї потреби в побутовому паливі; далі йде торф — 11,3%; і, нарешті, ряд інших палив, що становлять разом 6,5%.

Беручи загальну потребу Київської області в паливі для побутових нужд міського населення в обчисленому вище розмірі — 520 тисяч т в умовному паливі, а співвідношення між різними видами потрібного для побу-



## Структура потреби в побутовому паливі Київської області

Назва	Тверде мінеральне паливо	Рідке мінеральне паливо	Дрова	Торф і бурі вугілля	Інші види палива	Разом	Питома вага побутового палива в заг. потребі
а) В умовному паливі							
Потреба в побутовому паливі в т	4788	18 448	319 839	43 760	1800	388 635	21,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
Питома вага . . . . .	1,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	4,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	82,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	11,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	0,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	100 %	—
б) В натуральн. паливі							
Потреба в побутовому паливі в абсолютних розмірах . . . . .	6300 т	13 300 т	1 776 700	Торф 145 800 т	—	—	—
Процент до загальної потреби в даному паливі . . . . .	0,6	7,3	68,6	33,0	—	—	—

тових нужд палива за даними паливного балансу про структуру, наведеними у вищевій вище таблиці, одержимо: потреба в дровах для побутових нужд виразиться, приблизно, в кількості 430 тисяч т в умовному паливі або понад мільйон тонн у натуральному; потреба в торфовому паливі складе близько 60 тисяч або близько 150 тисяч т у натуральному паливі.

На жаль, у матеріалах паливного балансу Київської області на 1933 рік нема даних по питанню про забезпеченість покриттям потреби в паливі для побутових нужд.

Проте, якщо по місту Києву, де вживається особливих заходів до постачання паливом, згідно з даними паливного балансу на 1934 р., не забезпечено покриттям близько 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> потреби в побутовому паливі, а фактично навіть вище — приблизно в розмірі 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, то по області в цілому недостача в паливі виразиться і абсолютною величиною, і пропорціонально в більшому розмірі, і, визначаючи її орієнтовно тільки в межах тих самих 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, ми можемо помилитися в усякому разі лише в бік применшення; значить, дефіцит у побутовому паливі для нужд міського населення Київської області виразиться приблизно в 160 тисяч т умовного палива.

Покрити недостачу в побутовому паливі може торф у вигляді брикетів, і можлива потреба в них для цієї мети виразиться приблизно в 300 тисяч т у натуральному паливі.

При даному становищі речей у співвідношенні різних видів палива, що можуть бути використані для побутових нужд, в Київській області має бути спалено за рік понад мільйон тонн дров і близько 150 тисяч т кускового торфу; якщо взяти, з метою, про яку було зазначено вище, що принаймні близько 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub> потрібної кількості дров і близько 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub> кускового торфу буде замінено торфобрикетами, то використання їх може ще розширитися — приблизно в межах до 250 тисяч т у натуральному паливі.

Отже, загалом уся можлива потреба Київської області в торфобрикетах для побутових нужд може виразитися приблизно в розмірі півмільйона тонн.

3. Переходячи, нарешті, до обчислення можливої потреби в торфобрикетах у масштабі України в цілому, треба вказати, що це можливо лише дуже орієнтовно, оскільки необхідних для цього даних майже зовсім нема, а наявні щодо цього матеріали Української паливної конференції недостатні.

Загальна потреба України в паливі визначається за матеріалами Української паливної конференції на 1932 рік у розмірі 36 мільйонів т в умовному паливі; потреба в паливі по групі „Населення“, тобто в основному для побутових нужд, обчислюється за тими ж даними в 9,1 млн. т або в розмірі 25,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> усїєї потреби в паливі; при цьому до зазначеної потреби в побутовому паливі включено також і потребу сільського господарства



в ньому, що покривається за рахунок відходів сільського ж господарства, обчислюваних, за даними матеріалів Української паливної конференції, в розмірі 6,4 млн. т в умовному паливі.

Виключивши зазначену особливо покривану потребу сільського населення в побутовому паливі, матимемо, що потреба в побутовому паливі міського населення виражається приблизно в розмірі 2,7 млн. т в умовному паливі.

Виявлення ступеня забезпеченості зазначеної потреби в побутовому паливі або, принаймні, участі окремих видів палива у покритті її за матеріалами Української паливної конференції неможливе, і щодо цього, то можливі лише орієнтовні підрахунки на підставі загальних даних про структуру паливного балансу України на 1932 рік.

Загальне покриття потреби в паливі дровами запроєктовано, за зазначеним матеріалом, у розмірі 932 тисячі т в умовному паливі; за матеріалами паливних балансів м. Києва і Київської області 75—80% уживаних як паливо дров іде на побутові нужди; отже, з загальної потреби в побутовому паливі в 2,7 млн. т дровами можна покрити близько 700 тисяч т в умовному паливі.

Покриття загальної потреби в паливі торфом намічено, за даними Української паливної конференції, в розмірі близько 600 тисяч т в умовному паливі; із загальної кількості споживаного торфу, за матеріалами зазначених вище паливних балансів, для побутових нужд використовується від 20 до 30%; у покритті потреби в побутовому паливі торф може, отже, взяти участь у розмірі близько 200 тисяч т в умовному паливі; в дійсності покриття торфом потреби в побутовому паливі було значно меншим.

Решта ж значна частина потреби в побутовому паливі, приблизно в розмірі 1,8 млн. т в умовному паливі або близько двох третин її—повинна бути покрита за рахунок інших видів палива, в основному коштом кам'яного вугілля, згідно з матеріалами Української паливної конференції.

Тимчасом вилучення з промислового використання значної кількості кам'яного вугілля, як відмічалось вже, не є доцільним, і щоб уникнути цього, необхідне максимальне залучення як побутового місцевих видів палива.

При таких умовах на Україні є дуже широкі можливості для використання торфобрикетів, що є вигідним і дуже зручним паливом у побуті, принаймні в тих районах її, де безпосередньо розташовані поклади торфу, у Київській, Вінницькій, Чернігівській і частині Харківської області; приблизна потреба Київської області обчислена була вище в розмірі півмільйона тонн брикетів, а без м. Києва—в розмірі 250—300 тисяч т; щождо Вінницької, Чернігівської і частини Харківської області, то, беручи до уваги питому вагу їх потреби в паливі в загальній потребі в ньому України, можна прийняти, звичайно дуже орієнтовно, що потреба кожної з них дорівнює приблизно або трохи менше потребі Київської області без міста Києва і коливається в межах 200—250 тисяч т в натуральному паливі.

Отже, загальноможлива потреба України в торфобрикетах, взявши до уваги, що використання їх буде мати місце тільки в областях, безпосередньо забезпечених запасами торфу, виражається приблизно більш чим мільйоном тонн (1100 тисяч т) у натуральному паливі; якщо ж узяти до уваги також можливість використання торфобрикетів і в інших областях України, де нема власних запасів палива, порівняльно не дуже віддалених то потреба в них може збільшитися ще приблизно на 10—15%.

З наведених хоча і орієнтовних даних можна вже з деякою певністю зробити висновок, що розвиток торфобрикетування на Україні не ризикує упертися в неможливість розміщення своєї продукції, тобто потреба в торфобрикетах не може стати лімітуючим моментом, і вже тепер забезпечено споживання всієї кількості продукції.



#### 4. Сировинна база торфобрикетування на Україні

При виявленні перспектив торфобрикетування і можливості розвитку його дуже серйозне значення має питання про сировину, тобто взагалі про наявність відповідних запасів, якість їх і вплив попередньої обробки.

Останні два фактори набувають ще особливого значення при торфобрикетуванні в зв'язку з тим, що торф належить до числа паливних матеріалів, які брикетують через пресування під високим тиском без домішки зв'язуючих речовин, коли залежність якості кінцевої продукції від властивостей сировини і характеру попередньої обробки її особливо сильна.

1. Необхідні якісні умови придатності торфу для брикетування. Згідно з даними лабораторних досліджень і дослідних випробувань у напівзаводському масштабі, проведених центральним Інсторфом протягом ряду років, удалося виявити значення різних природних властивостей торфу і вплив різних способів попередньої обробки на придатність його як сировини для брикетування.

На якість торфобрикетів, зокрема на їх міцність і вологоємність, дуже серйозно впливає ступінь розкладу торфу; проте, цей фактор може бути поповнений у значній мірі відповідною механічною переробкою торфу в процесі його добування. Серйозне значення щодо зазначеного має далі вологість торфу; попередня обробка в процесі добування і в даному разі може значно вплинути, бо завдяки їй вологість торфу знижується і якщо не повністю до потрібного для брикетування рівня, то в усякому разі до меж, при яких теплове досушування в процесі брикетування є вже економічно можливим.

Серйозний вплив на якість торфобрикетів щодо їх теплових властивостей виявляють зольність і теплотворна здатність торфу; при цьому тут можливості зміни їх у процесі попередньої обробки дуже обмежені, і одержання потрібної щодо цього сировини можливе лише через добір відповідного вихідного матеріалу.

Загалом придатність торфу для використання як сировини для торфобрикетів характеризується ось як:

1. Як сировина для торфобрикетів можуть бути використані однаковою мірою торф низинний і верховий і незалежно від ботанічного складу його.

2. При брикетуванні можуть бути використані торфи, добувані всіма існуючими способами добування; проте, для одержання торфобрикетів належної якості потрібно, щоб спосіб добування торфу, що належить брикетуванню, добирався відповідно до ступеня розкладу його: при слабкорозкладених торфах мають застосуватися способи торфодобування з механічною переробкою сирцю — машинно-формувальний, багерний торф і гідроторф; фрезторф може бути досить ефективно використаний як матеріал для брикетування при середньо і добре розкладених торфах.

3. Як сировина для торфобрикетування придатний торф з ступенем розкладу не нижче середнього; проте для торфобрикетування може бути використаний і слабо розкладений торф при умові належної механічної переробки сирцю в процесі добування; при використанні фрезторфу як сировини для брикетування ступінь розкладу торфу повинна бути, згідно з наявними дослідними даними, не нижче 35—40%.

4. Вологість матеріалу повинна бути можливо більш низькою і в усякому разі не вище 40% в середньому, з максимальним коливанням окремих партій не більш як до 45%.

5. Справжня питома вага матеріалу для брикетування повинна бути в межах 1,4—1,5.

6. Кількість пнів і деревних решток при пропусканні через грохоти з отворами 25×25 повинна бути не більш 0,2%.



7. Середня зольність матеріалу для брикетування не повинна перевищувати 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> з максимально можливим відхиленням для окремих партій не більш як на 13,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> на абсолютно суху речовину торфової маси.

8. Теплотворна здатність повинна бути не нижче 5500 калорій на органічну масу.

Отже, в межах тих якісних умов, яким має задовольняти торф для одержання брикетів доброї якості, можливості використання щодо цього порівняно досить широкі.

II. Якісна характеристика українських торфів. Торф, що є на Україні, не являє собою, звичайно, щось єдине і розрізняється досить значно як щодо якості, так і щодо особливостей.

а) За ступенем розкладу українські торфи загалом можна віднести до середньорозкладених, при чому найпоширеніші на Україні види — очеретяні і осоково-очеретяні — мають більший ступінь розкладу; порівняльно більш слабо розкладеним є сфагновий торф.

б) Щодо зольності стан з українськими торфами не особливо сприятливий — вони відзначаються порівняно високою зольністю, особливо низинні види торфу: в середньому на Україні зольність торфів обчислюється в 26,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; якщо виключити торф з зольністю понад 40<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, що взагалі для паливних потреб непридатний, становище трохи поліпшується, хоча все ж залишається ще не досить сприятливим.

Більш детально характеризують загальний стан з зольністю українських торфів дані, що наводяться в таблиці 6.

Таблиця 6  
Розподіл досліджених болот України за зольністю торфу

№№	% зольності	Кількість болот у % <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Примітка
1	Від 5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> до 8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> . . . . .	1,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Тільки в Київській і Чернівецькій області
2	" 8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> " 12 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> . . . . .	4,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
3	" 12 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> " 16 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> . . . . .	5,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
4	" 16 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> " 20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> . . . . .	12,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
5	" 20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> " 40 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> . . . . .	8,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
6	Понад 40 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> . . . . .	16,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
7	З невідомою зольністю . . . . .	51,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	
	Разом . . . . .	100,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	

При цьому треба, проте, підкреслити, що при наявності достатнього технічного контролю в процесі добування зольність видобутого торфу може бути фактично трохи нижче, ніж це виявляється за даними досліджень.

в) Середня теплотвірна здатність горючої маси українських торфів, в основному низинних, характеризується, згідно з наявними даними, такими цифрами: для слабкорозкладених торфів — 4800 калорій, середньо розкладених — 5300 калорій і добре розкладених — 5800 калорій.

г) Досить серйозне значення має також можливість осушення різних типів болот: як правило, вологість сирцю в низинних торфовищах нижче, складаючи в середньому 88,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> — проти 90,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> у перехідних і 94,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub> у верхових, при чому низинні торфовища при осушуванні виділяють значно легше воду; але в зв'язку з тим, що більшість українських торфовищ — прирічкового, заплавного типу з розтягнутою конфігурацією, то проведення на них осушувальних робіт більш утруднене, а іноді, особливо на великих торфовищах, воно є взагалі не вигідним або навіть неможливим; особливо це позначається при фрезерному способі, для якого потрібне донне осушення.



д) Нарешті, закінчуючи якісну характеристику українських торфів, треба відмітити майже цілковиту безпнистість їх: у переважній більшості вони майже зовсім не мають пнів або ж деревні рештки в них так розклалися, що торфова маса легко ріжеться лопатою.

III. Придатність українських торфів для брикетування. Загалом, зіставляючи наведені середні якісні дані українських торфів з тими якісними умовами торфу, які необхідні для ефективного брикетування його і які, як ми бачили вище, являють щодо цього порівняльно широкі можливості, можна визнати, що українські торфи відповідають якісним вимогам, що їх ставиться до торфу як сировини для торфобрикетів, і серйозні обмеження щодо цього можуть трапитися лише в зв'язку з підвищеною зольністю українських торфів, особливо низинних видів їх.

Більш детальне і конкретне розв'язання питання про придатність українських торфів для брикетування можливо було б, якщо, поряд з даними по загальній якісній характеристиці, були б також дані випробувань по пробному брикетуванні їх.

Проте, таких матеріалів, обгрунтованих дослідним брикетуванням по українських торфах або хоча б по основних видах їх, які дали б можливість судити про придатність їх для брикетування, про хиби або особливості їх щодо цього, нема; єдиним винятком є Замглай, де було зроблено спроби дослідного брикетування.

У зв'язку з зазначеним, оскільки це була єдина спроба брикетування українського торфу яка може хоч трохи висвітлити зазначені вище моменти (хоча треба сказати, що Замглай не є типовим болотом для України), а також оскільки, очевидно, цей масив має всі переважні дані, щоб бути сировинною базою намічуваного першочергового на Україні торфобрикетного заводу, наслідках цієї спроби треба спинитися докладно<sup>1</sup>.

Взяті для дослідного брикетування проби торфу, згідно з даними аналізів, характеризуються так (див. табл. 7).

Таблиця 7

Характеристика зразків замглайського торфу, використаних для дослідного брикетування

Показники	Торф з глибини			
	0—0,33 м		0,33—0,66	0,66—1 м
	1/5 об.	4/5 об.		
Ступінь розкладу . . . . .	30%	2%	22%	30%
Ботанічний склад:				
осока різних видів . . . . .	55%	30%	55%	55%
гіпнум . . . . .	43%	65%	32%	22%
очерет . . . . .	3%	3%	2%	20%
пушиця . . . . .	2%	2%	—	—
інша рослинність . . . . .	—	—	—	5%
Зольність на абсолютно суху масу . . . .	9,59%	9,59%	9,39%	6,29%

Для пробного брикетування було виготовлено з зазначених трьох проб замглайського торфу 17 окремих зразків, серед яких були зразки з непереробленого торфу, з торфу, пропущеного один раз через м'ясорізку, з торфу, пропущеного три рази і, нарешті, у частині зразків до торфу була домішана смола як зв'язуюча речовина; з підготовлених так зразків було виготовлено 171 торфобрикетів, при цьому — більшість холодним способом, а невеличка частина напівгарячим — холодний торф, при нагріті

<sup>1</sup> Дані і висновки взято з роботи по пробному брикетуванню замглайського торфу в 1929 р. інж. Зільбермінца.



до 100° С матриці; брикетування зразків провадилося під різним тиском — 1000, 500 і 200 атмосфер.

Випробовування утворених брикетів провадилися відразу ж після брикетування, а також через деякий час, при цьому вони провадились для виявлення опору на стиск, на згин, для встановлення вологості і визначення теплових якостей їх.

При аналізі одержаних наслідків проробленої спроби по брикетуванню зразків торфу з замглайського масиву було констатовано ось що:

1. При брикетуванні зразків з вологою 35% і вище підвищення тиску преса з 500 до 1000 атмосфер не поліпшувало в будь якій мірі якість брикетів, і основні показники — об'ємна вага, міцність і вологості — майже не змінювалися; тимчасом збільшення тиску преса в зазначених межах при брикетуванні зразків з вологою в 20% і нижче приводило до значного поліпшення вказаних показників.

2. Міцність після висихання підвищувалася в брикетах, виготовлених із зразків з підвищеною вологістю, і навпаки, трохи знижувалася в брикетах, виготовлених із зразків торфу з вологістю 20% і нижче.

3. Міцність брикетів залежала також від ступеня вологості зразків торфу перед брикетуванням, і оптимальні наслідки щодо цього одержували при вологості зразків у 15—16%; при цій вологості опір утворених брикетів і на стиск, і на згин був максимальним і був вище середніх показників щодо цього брикетів з російських торфів.

4. Об'ємна вага брикетів збільшувалася зі зменшенням вологості брикетованих зразків і оптимальні покази були при вологості зразків у 16%, з брикетованих напівгарячим способом.

5. Дані пробного брикетування не дали певної відповіді на запитання про умови, залежно від яких вологості утворювалася найменшою, і яка взагалі в утворених брикетах здебільшого була підвищеною; проте, можна з певністю сказати, що попередня переробка брикетованих зразків впливала щодо цього позитивно, і що, очевидно, вологості брикетів буде тим меншою, чим краще буде перероблений брикетований торф.

6. Нагрівання матриць преса при брикетуванні відносно підвищувало якість брикетів усіх зразків випробовуваного торфу.

7. Стійкість і витривалість утворених брикетів після висихання хоча і залежала певною мірою від сили тиску в пресах при брикетуванні, проте в основному в цьому відношенні впливали попередня переробка і вологість зразків до брикетування.

8. Загалом у наслідок проведеного дослідного брикетування не вдалося встановити в достатній мірі тверду закономірність і певну взаємозалежність між окремими показниками, що характеризують брикети, виготовлені з різних зразків і при різних умовах брикетування випробовуваного замглайського торфу.

Пояснюється це недостатністю проведених спроб і недержанням усіх потрібних для цього показників.

Щодо теплових властивостей торфобрикетів, виготовлених із зразків торфу замглайського масиву, можна сказати, згідно з проведеними дослідженнями в лабораторії Укрінсторфу на весні 1930 р., ось що (див. табл. 8).

З матеріалів випробування брикетів, одержаних при дослідному брикетуванні зразків торфу замглайського масиву, видно, що вони цілком відповідали поставленим у той час вимогам, при чому в дечому їх якісні показники були навіть вище відповідних показників торфобрикетів, виготовлених на торфовій дослідній станції з російських торфів: приміром, щодо опору на стиск вони досягли майже того самого рівня, опір їх на згин був вищий, об'ємна вага — більш висока, а вологість нижча; і лише вологості їх була порівнює значно вищою від норми; це пояснюється, очевидно, недостатньою попередньою переробкою зразків.



Дуже рельєфно виявляються якісні дані торфобрикетів, одержаних при дослідному брикетуванні зразків замглайського торфу, при порівняльному їх зіставленні з відповідними даними торфобрикетів з російського торфу, як це зроблено в наведеній таблиці<sup>1</sup> (див. табл. 9).

Отже, із зазначеного видно, що єдина проба, що мала місце, дала сприятливі наслідки, які підкріплюють дані для вибору Замглая, як сировинної бази для першочергового торфобрикетного заводу на Україні.

Таблиця 8

Теплова характеристика торфобрикетів, виготовлених з замглайського торфу

№№	Номери брикетів	З якого торфу		Дані аналізу					
		Ступінь переробки	З якої глибини	Зольність на абсолютно суху масу в %/о	Вологість у %/о	Теплотворна здатність			
						органічної маси	сухої маси	при даній вологості	при вологості в 30%
1	37,39	Крихти	0—0,33	8,3	12,6	4956	4545	3927	3181
2	40,46	"	0,33—0,66	11,1	12,9	4909	4365	3802	3055
3	52,56	"	0,66—1,0	10,0	13,0	5130	4617	4017	3232
4	72,77,82	"	0—1,0	10,7	12,6	5244	4683	4093	3278
5	127,134	Перероблено 1 раз	0—1,0	12,5	12,2	4900	3288	3765	3002
6	154,158,162	Перероблено 3 рази	0—1,0	15,4	12,9	5092	4308	3752	3016

Таблиця 9

Порівняльні якісні показники торфобрикетів з українського і російського торфу

Назва показників	Торф з болота Замглай						Російський торф					
	W = 35—39% <sub>о</sub>			W = 12—18% <sub>о</sub>			W = 35—39% <sub>о</sub>			W = 12—18% <sub>о</sub>		
	Від	До	Серед.	Від	До	Серед.	Від	До	Серед.	Від	До	Серед.
1. Вологість при брикетуванні—% <sub>о</sub>	35,00	39,00	37,00	12,00	18,00	15,40	33,20	41,10	36,10	12,80	17,40	14,60
2. Об'ємна вага брикетів . . .	0,84	0,97	0,92	0,97	1,15	1,06	0,78	0,84	0,82	0,97	1,10	1,03
3. Опір на стиск . . .	24,00	88,00	60,00	29,00	292,00	257,00	5,60	18,50	12,40	53,40	17,00	95,20
4. Опір на згин . . .	2,00	57,00	15,00	26,00	63,00	49,00	0,90	2,90	2,00	8,30	27,70	13,80

IV. Запаси торфу, їх розташування і розміри торфомасивів. При визначенні сировинних можливостей торфобрикетування поряд з якісними умовами не менш серйозне значення мають і моменти кількісного порядку — загальні запаси торфу, їх розташування і розміри торфових масивів.

а) Загальні запаси повітряно-сухого торфу на Україні як досліджені, так і передбачені обчислюються в розмірі 2,6 мільярда за даними Укрінторфу і 2,1 мільярда за даними генерального плану електрифікації СРСР.

Але, якщо навіть виключити передбачувані запаси і базуватися тільки на досліджених, то і в цьому випадку запаси повітряно-сухого торфу на Україні уявляються в дуже значних розмірах, і, досягаючи за даними на 1 січня 1932 р. 1,36 мільярда повітряно-сухого торфу, могли б бути, при наявності інших потрібних умов, більш ніж достатньою базою для широкого розвитку торфобрикетування.

б) По окремих областях запаси торфу на Україні розподіляються нерівномірно і, як видно з наведеної далі таблиці (див. табл. 10), найбільш значні кількості їх припадають на такі чотири області: на Київську —

<sup>1</sup> Таблицю взято з роботи інж. С. В. Курдюмова, „Торфовий фонд УСРР“.



## Досліджені запаси торфугу на Україні за даними на 1/1 1932 р.

Області	Досліджена площа в га		Глибина торфовищ у метрах		Запаси торфової маси		Питома вага по запасах повітряно-сухого торфугу
	Болот	Торфовищ	Максимальна	Середня	Сирцю в 1000 м	Повітряно-сухого торфугу в 1000 т	
1. Київська . . . . .	510 208	237 875	8,50	1,41	3 357 037	559 001	41,13
2. Вінницька . . . . .	118 834	56 895	8,50	1,55	881 872	146 978	10,81
3. Чернігівська . . . . .	330 826	176 299	8,00	1,54	2 715 004	452 500	33,30
4. Харківська . . . . .	229 021	82 310	10,00	1,41	1 160 571	193 428	14,22
5. Дніпропетровська . . . . .	157 853	нема	—	—	—	—	—
6. Одеська . . . . .	20 257	4 167	4,50	1,00	41 670	6 945	0,51
7. Донецька . . . . .	2 572	390	2,00	—	2 800	466	0,03
8. МАСРР . . . . .	1 550	нема	—	—	—	—	—
Разом по УСРР	1 371 121	557 936	10,00	1,46	8 155 954	1 359 325	100,0

41,1%, Чернігівську — 33,3%, Харківську — 14,2%, Вінницьку — 10,8%, а на решту — чотири області, взяті разом, припадає тільки 0,6% усіх запасів повітряно-сухого торфугу.

Отже, основними областями, де може мати місце найбільший розвиток торфобрикетування, є Київська і Чернігівська області; деяке значення щодо цього можуть також мати Вінницька область і північна частина Харківської (табл. 10).

в) Загальна кількість торфових запасів, проте, далеко ще не визначає становища щодо можливості ефективного використання їх як сировини для торфобрикетування: торфобрикетування з його потребами в парі і електроенергії є в сучасних умовах технічно раціональним і економічно вигідним, тільки починаючи з певних досить значних масштабів, а це зв'язане з потребою в сировинних базах відповідного розміру.

Граничні розміри щодо цього, звичайно, важко встановити; проте, зважаючи на наявні дані щодо цього і намічення різних проектів торфобрикетних заводів, торфовища приблизно вже з запасами нижче 2,0—2,5 мільйона повітряно-сухого торфугу не повинні братися до уваги, як можливі сировинні бази для торфобрикетних заводів.

Тимчасом на Україні саме превалюють головне торфовища з порівнююче невеликими запасами торфугу: з досліджених тут 3385 болот 1290 або 38% загальної кількості їх не мають зовсім запасів торфугу; більше половини всіх болот — 1902 або 56,3% мають запасів повітряно-сухого торфугу в межах до 1 млн. т і ні в якому разі не можуть бути сировинними базами для торфобрикетних заводів; невеличка частина болот — 92 або 2,7% всієї кількості, займають щодо цього проміжне становище; і лише 101 болото або 3% всіх можуть бути за своїми розмірами безумовно використані як сировинні бази для торфобрикетних заводів (див. табл. 11).

V. Торфовища, придатні як сировинні бази для торфобрикетних заводів. 1. З наведених вище даних видно, що поряд з використанням придатних великих торфовищ, торфобрикетування на Україні повинно в значній мірі базуватися також на середніх і навіть почасти на невеликих торфовищах: частина з них може бути використана як групові сировинні бази для великих торфобрикетних заводів через об'єднання двох-трьох, а іноді більше торфовищ, розташованих недалеко



одне від одного; таке групове комбінуння торфовищ на Україні безумовно можливе в порівнюючі значному числі випадків, надто на Коростенщині і в північних частинах Київської і Чернігівської областей, де торфовища розташовані досить близько одне від одного; а частина може бути використана для середніх і невеличких торфобрикетних заводів.

Таблиця 11

Розподіл болот по запасах повітряно-сухого торфу

Області	Кількість болот з запасом повітряно-сухого торфу								Разом по області
	Нема торфу	500 т.— 100 т. т	100 — 500 т. т	500 тис. 1 млн. т	1—2,5 млн. т	2,5—5,0 млн. т	5—10 млн. т	Понад 10 млн. т	
Київська . . . . .	804	1037	207	61	38	18	10	10	2185
Вінницька . . . . .	328	176	69	32	12	4	7	2	630
Чернігівська . . . . .	36	30	58	41	33	21	8	13	240
Харківська . . . . .	77	117	49	11	9	0	2	5	270
Дніпропетровська . . . . .	12	—	—	—	—	—	—	—	12
Одеська . . . . .	2	6	3	2	—	1	—	—	14
Донецька . . . . .	18	1	2	—	—	—	—	—	21
МАСРР . . . . .	13	—	—	—	—	—	—	—	13
Разом по УСРР	1290	1367	388	147	92	44	27	30	3385
Питома вага у %/о	38	40,4	11,6	4,3	2,7	1,3	0,8	0,9	100

Використання середніх і навіть порівнюючі невеличких торфовищ диктується ще й тим, що на Україні великі торфовища, особливо групи з запасом понад 10 млн. т і якістю торфу, і своїми особливостями є менш сприятливими для потреб торфобрикетування: вони здебільшого найбільш зольні і містять порівнюючі велику кількість прошарків і сторонніх включень; деякі з них мають порівнюючі важкий водний режим, і осушні роботи на них пов'язані з великими витратами коштів і сил, і на них буває неможливо або у всякому разі дуже утруднено провадити донне осушення, що є обов'язковою умовою фрезерного способу торфодобування; нарешті, через сильну видовженість частини великих заплавних болот і плямистість їх — перериви в покладах — на них не завжди можна створити великі концентровані торфогосподарства, тобто вони певною мірою фактично позбавлені переваг величких торфовищ.

Загалом з 101 торфовища, які своїми розмірами могли б безумовно бути сировинними базами для торфобрикетних заводів, придатні своєю зольністю для цієї мети тільки 21 торфовище, а по можливості торфодобування фрезерним способом — тільки 27 торфовищ; одночасно по обох моментах придатні для торфобрикетування 14 торфовищ: з них 3 торфовища належать до групи з запасом понад 10 млн. т повітряно-сухого торфу кожний (Радовельське, Замглай і Ірдинь); 7 торфовищ належать до групи з запасом від 5 до 10 млн. т кожна (Гвоздь, Поясківська, Бучмани, Шостка, Мнево, Ракита і Велике); 4 торфовища належать до групи з запасом від 3,5 до 5,0 млн. т кожна (Бронниця, Спаське, Кодра і Ковпито).

Звичайно, це досить орієнтовний перелік торфовищ, придатних як сировинні бази для торфобрикетних заводів, оскільки наявні дані про більшість торфовищ недостатні, а почасти неправильні, що позбавляє можливості говорити про них у зазначеному розрізі; при більш ретельному дослідженні і вивченні українського торфового фонду становище щодо цього повинно змінитися і кількість торфовищ, придатних як сировинні бази для торфобрикетних заводів, виявиться, безумовно, значно більшою.

2. Як сировинна база для першочергового торфобрикетного заводу на Україні найбільш придатним з перелічених торфових масивів є замглайський.



Розмірами своїх запасів він може забезпечити потребу в сировині великого торфобрикетного заводу проєктованих тепер потужностей.

Торф його своєю зольністю не тільки відповідає мінімальним вимогам брикетування, але навіть перевищує їх; торфобрикету з нього, судячи з даних торфобрикетування, дуже доброї якості.

Характером своєї конфігурації він є дуже зручним для організації великого концентрованого торфогосподарства, а це має дуже серйозне значення для подачі торфу з полів добування до заводу.

Залізничний зв'язок його з рядом великих міст України, які належить забезпечити торфобрикетним паливом, і, особливо, з Києвом насамперед, порівнюючи досить зручний і може здійснюватися по двох напрямках; крім того, до Києва торфобрикету з нього можуть доставлятися також і річковим транспортом у навігаційний час протягом майже 7 місяців на рік.

Нарешті, що дуже важливо і має розв'язати питання остаточно на його користь, це відсутність у районі місцевих споживачів, які б могли використати добуваний торф на місці у звичайному вигляді.

Єдиним мінусом цієї кращої у всіх відношеннях сировинної бази великого торфобрикетного заводу на Україні є деяка складність проведення осушної системи і зв'язане з цим здорожчання капітальних витрат на підготовні роботи.

Остаточні дані в цьому питанні дасть розроблюваний проєкт торфогосподарства на ньому (в двох варіантах — фрезерний і багерний); за наявними ж попередніми даними становище, очевидно, не уявляється таким, при якому здійснення фрезерного способу добування торфу могло б бути економічно недопустимим.

VI. Способи добування торфу для брикетування. Закінчуючи характеристику сировинної бази торфобрикетування на Україні, треба ще спинитися на питанні про спосіб добування торфу для нього.

Для технологічного процесу по брикетуванню торфу спосіб торфодобування, як ми бачили, не має значення — торфобрикету одержують однаково доброї якості як з фрезерного, так і з кускового торфу, але економічно становище щодо цього є дещо різним.

Найвигіднішим для використання як сировини для торфобрикетів є фрезторф, який по своїй вартості дешевше всіх інших видів торфу і при якому капітальні витрати на одиницю продукції досягають найменших розмірів: приміром, за звітними даними Держплану за 1932 рік вартість тонни різних видів торфу в умовному паливі становила: машинно-формуваального — 40 крб., гідроторфу великого — 40 крб., гідроторфу малого — 55 крб., фрезторфу — 20 крб.

Розміри ж капітальних вкладень, що припадають на одиницю продукції в умовному паливі, при різних видах торфу досягали: при машинно-формуваальному — 112 крб., при гідроторфі великому — 125 крб., при гідроторфі малому — 125 крб., при фрезторфі — 73 крб.

Крім того, фрезоспосіб є найбільш механізованим способом торфодобування і з найбільшими перспективами дальшої механізації виробничих процесів по збиранню; забезпечення його належним устаткуванням пов'язане з найменшими труднощами і потребує порівнюючи незначних витрат металу; далі, він являє шонайширші можливості для організації торфогосподарств великих масштабів; при ньому ж, нарешті, потрібно найменше робочої сили.

Але поряд з зазначеними перевагами фрезторф має і ряд дефектів: надзвичайна залежність від метеорологічних умов, при якій відхилення в несприятливий бік завжди можуть створити загрозу зриву наміченої програми; велика вологемність, в наслідок якої збиральна вологість у процесі зберігання дуже часто різко підвищується; самозапалюваність, яка значно ускладнює зберігання торфу протягом більш або менш тривалих пе-



ріодів часу. Порівнюючи невисокий розмір капітальних вкладень на тонну видобутку, потрібний взагалі при фрезторфі, на Україні в наслідок наявності на більшій частині болот великого шару очосу значно підвищується, бо на зняття його в значній кількості і особливо на вивезення потрібні великі витрати, а головне — це пов'язане з значним ускладненням підготовчих робіт.

Зіставлення всіх зазначених моментів, а також трудність, а іноді й неможливість торфодобування фрезерним способом на значній частині українських болот в наслідок умов водного режиму висуває питання про використання для брикетування також і кускового торфу, добуваного багерним способом.

Заперечення проти допустимості використання кускового торфу для брикетування звичайно базується головне на більш високій вартості його, а також на перевазі безпосереднього використання його як палива.

Щодо другого моменту, то ми бачили на початку даної роботи, що в наслідок підвищеної кришимості українських торфів кусковий торф тут може бути використаний для побутових нужд тільки в порівнюючи вузьких територіальних межах його добування і не може, отже, мати на Україні такого широкого значення в побутовому паливоспоживанні як в РСФРР.

Щождо більш високої вартості кускового торфу, то це певною мірою компенсується меншими витратами його при брикетуванні: фрезторфу 40% вологості на тонну торфобрикетів треба 1,722 т, а кускового торфу 30% вологості потрібно тільки 1,476 т; для власних нужд заводу треба 0,333 т фрезторфу на тонну брикетів, а кускового торфу — тільки 0,286 т, тобто загалом витрати торфу при використанні кускового торфу на 15% нижче, ніж при фрезерному. Далі, при використанні фрезторфу як сировини для брикетування, треба для підсушування його до 15% вологості випарити 0,59 т води для кожної тонни торфобрикетів, а при використанні кускового торфу довелося б випаровувати тільки 0,34 т води, тобто майже вдвоє менше, це дає значну економію на паливі і знову таки зменшує кількість торфу, потрібну на тонну торфобрикетів. Якщо взяти до уваги далі зниження витрат на доставку сировини в зв'язку із зменшенням потрібної кількості її, а також зменшення витрат на переробку меншої кількості сировини, то різниця у вартості для обох випадків ще зменшиться.

Нарешті, якщо взяти до уваги, що кусковий торф повинен значно знизитися в ціні при добуванні його багерним способом і вона виразиться приблизно, за даними Інсторфу („Багерна проблема“), в 10—13 крб. за тонну або в 26—33 крб. за тонну в умовному паливі, то загалом використання його як сировини для торфобрикетування може стати певною мірою і економічно прийнятним.

Проте, при доборі сировинної бази для першочергового торфобрикетного заводу на Україні орієнтуватися треба на фрезторф, бо, крім усіх інших моментів, можливість організації в справжніх умовах великого багерного господарства, при відсутності остаточно випробуваної у виробничих умовах системи багерів, при неналагодженості їх виробництва і великій потребі в металі, є досить сумнівною: питання про використання кускового торфу в торфобрикетуванні може бути поставлено лише як проблема на випадок необхідності використання як сировинної бази для торфобрикетних заводів торфовищ, які при всіх інших відповідних щодо цього умовах були б непридатні для провадження на них торфодобування фрезерним способом.

## 5. Виробнича потужність торфобрикетних заводів

При розв'язанні питань, пов'язаних з торфобрикетуванням, дуже важливе значення має також і встановлення оптимальних розмірів виробничої



потужності торфобрикетних заводів: поперше, розміри її залежать від потреби в торфобрикетах і можливості забезпечення відповідними кількостями сировини; подруге, вони в певній мірі визначаються факторами технічного і економічного порядку.

1. Технічні дані щодо можливості організації торфобрикетних заводів різної виробничої потужності. а) Торфобрикетний завод „Фрідланд“ у Німеччині має виробничу потужність 120 т торфобрикетів на день, а це становить при 300 робочих днях 36 тис. т на рік.

Повна витрата торфу на тонну готових торфобрикетів коливається там, при вологості використовуваного кускового торфу в 45—50%, в межах від 1,99 до 2,65 т, а загальна річна потреба заводу в торфі визначається в кількості 83 200 т з вологістю в середньому 50%.

Сировинна база заводу має запас сирцю в розмірі близько 13 млн. м<sup>3</sup> або близько 3,1 млн. т торфу 50% вологості і забезпечує завод сировиною на 40 років.

Сирець складається з рівномірної, цілком розкладеної чорної торфової маси, без деревних включень; початкова вологість сирцю 88—90%, зольність 10—12%.

Добувають торф 4 потужними багерами і стелять тут же поблизу для сушіння; при добрій погоді він доходить до встановленої на заводі для вихідного матеріалу вологості (45—55%) за 14 днів, при вогкій погоді — відповідно довше.

Устаткування заводу складається з двох великих пресів, парової трубчастої сушарки з подрібнюючим і відсіюючим приладами, двох парових машин на 230 HP, 4-х парових казанів з площею нагріву в 100 м<sup>2</sup> кожний і двох динамомашин трифазного струму, що дають разом 250 кіловатів. Ці динамомашини живлять, крім моторів на заводі, 4 багери і 4 насоси.

Парові казани, що служать для одержання тепла і механічної енергії, дають пару з тиском 12 атмосфер; тепло, потрібне для підсушування напівсухого торфу, одержують майже безплатно, бо для цієї мети вживається м'ята пара з парових машин і пресів.

У тих самих матеріалах про роботу торфобрикетного заводу „Фрідланд“ є вказівки про можливість торфобрикетних заводів навіть ще меншої потужності, а саме — з продуктивністю в 12 тисяч торфобрикетів на рік<sup>1</sup>.

б) У ряді проектів торфобрикетних заводів, що їх склали у нас протягом останніх 10 років, правда, не здійснених і трохи застарілих на сьогодні, так само подано розрахунки для заводів різної виробничої потужності.

Один з таких найбільш розроблених проектів, складений за матеріалами Інсторфу в двох варіантах — з використанням як сировини кускового машинно-формуваального торфу і гідроторфу, штучно зневодженого, що стосується періоду 1926—27 рр., намічав побудову заводу з продуктивністю в 32,5 тис. т торфобрикетів при круглодобовій роботі протягом 300 днів на рік і з збільшенням її надалі до 97,5 тис. т на рік.

Основне устаткування і виробнича потужність головних установок за цим прдектом намічались такі:

Дробильна злагодя. Для дроблення торфу, перероблюваного в брикети, проектувалися дробарки потужністю в 10 тонно-годин, при чому потреба в них намічалася в кількості 1 установки при початковій потужності заводу і в кількості 3 установок при збільшенні її.

Сушарні. Для досушування торфу до 18% вологості, яка була прнята за проектом для брикетованої маси, проектувалися сушарні з поверхнею нагріву в 1150 м<sup>2</sup> і з випаровуванням води з 1 м<sup>2</sup> поверхні в 3,0 кг, при цьому на початку намічуваної потужності заводу потреба, за даними

<sup>1</sup> Див. „Новый торфобрикетный завод“, А. Гаусдинг („Торфяное дело“, № 8, 1925)



проекту, виражалася в одній сушильній установці, а при збільшеній потужності — в трьох установках.

Брикетуючі преси. Для брикетування виготовленого сушняку проектувалися преси з виробничою потужністю в 2,5 тонно-години; потреба в пресах, включаючи резерв, для забезпечення нормальної роботи, намічалася в кількості 3 установок при початковій потужності заводу і в кількості 7 установок при збільшеній потужності його.

Енергетична частина. Для забезпечення потреби в парі, годинна витрата якої намічалася відповідно в 1,67 і 5,01 т проектувалися дві казанові установки з поверхнею нагріву в  $100 \text{ м}^2$  кожна при початковій потужності заводу і 3 установки для збільшеної потужності<sup>1</sup>.

в) Одним з останніх і найповніше розроблених проектів торфобрикетних заводів є проект орехово-зуєвського заводу, розпочатого будівництвом у 1934 р.

Завод розраховано на 180 тисяч т торфобрикетів на рік з використанням як сировини фрезторфу, потреба в якому становить приблизно близько 400 тисяч т.

Основне устаткування має складатися, згідно з проектом, з відсіюючих злагод, сушарен і брикетуючих пресів; крім того, досить серйозне значення мають також транспортуючі злагоди і знепилюючі установки.

Виробнича потужність і кількість установок провідних частин устаткування намічена за проектом так:

Відсіюючі злагоди. Продуктивність грохотів (самоочисні дискові сита або грохоти) — 30 т на годину; при потужності заводу в 180 тис. т торфобрикетів продуктивність підготовного відділу, де встановлюються грохоти, виражається в 49,2 т на годину при вологості торфу в 40% і в 58,7 т при вологості 45%; отже, для обслуговування торфобрикетного заводу зазначеної потужності потрібно два грохоти; за проектом прийнято, щоб забезпечити безперебійну роботу, 2 комплекти таких грохотів, тобто 4.

Дробильні злагоди. Через дробарки (типу „Альпіна“) буде проходити не вся кількість переробленого торфу, а тільки великі частки його, які, за наявними розрахунками, будуть становити приблизно 25% усієї кількості, тобто 12,5—15 т на годину; отже, для забезпечення торфобрикетного заводу зазначеної потужності потрібна одна дробарка продуктивністю 15 т на годину; за проектом, щоб створити резерв, прийнято дві таких дробарки, тобто по одній дробарці до кожного комплекту з двох грохотів.

Сушарні. При продуктивності заводу в 180 тис. т торфобрикетів на рік і наявності власної ТЕЦ, волога, яку треба випарити з торфу, щоб одержати потрібну кількість сировини для торфобрикетів і палива для казанів, становить 106 тис. т на рік, тобто середня годинна продуктивність сушарного відділу по випареній волозі в тоннах, беручи до уваги що завод буде працювати 6300 годин на рік, виразиться в розмірі  $16,83 \text{ т}$  з  $1 \text{ м}^2$  поверхні нагріву сушарні (парова трубчата) при початковій вологості торфу в 40% випаровується близько 2,6 кг/год.; отже, загальна потрібна поверхня сушарень виразиться в розмірі  $6500 \text{ м}^2$ , а необхідна кількість агрегатів у круглих цифрах становитиме 6 при поверхні нагріву одної сушарні в  $1180 \text{ м}^2$  і 4 — при поверхні нагріву в  $1820 \text{ м}^2$ ; за проектом прийнято сушарні першого порядку і загальне число їх, разом з резервом, запроєктовано в кількості 7 штук.

Брикетуючі преси. Як брикетуючі преси запроєктовано двохтемпельні, здвоєні преси, так звані Цвілінгс-преси типу Гумбольдта; продуктивність зазначених пресів становить 78 тонно-добу.

<sup>1</sup> Див. Проекти торфобрикетних заводів\* („Торфяное дело“, № 10, 1927).



Необхідне число пресів запроєктовано за проектом з розрахунку продуктивності пресового відділу 189 тис. т торфобрикетів (9 тис. т — брак і відходи) в кількості 8, а разом з резервом — 9.

Енергетична частина. Задоволення потреби в парі і електрострімі, досить значної при торфобрикетуванні (близько 1,2 т пари і 65 кіловат електростріму на тонну готової продукції), намічено за проектом через одержання їх від районної ТЕЦ.

У разі ж побудови торфобрикетного заводу в місцевостях, де нема районних ТЕЦ, необхідні пару і електроенергію треба було б одержувати від спеціально побудованої для цієї мети ТЕЦ відповідної потужності.

Отже, з перелічених типів торфобрикетних заводів, що існують або були запроєктовані — потужністю в 12 тисяч т, в 36 тисяч т, в 32,5—97,5 тис. т і 180 тис. т — видно, що технічно вони можливі досить різноманітної виробничої потужності.

Щождо можливості побудови торфобрикетних заводів різної потужності за типом, запроєктованим для орехово-зуєвського заводу, тобто на основі останніх даних торфобрикетної техніки, то як видно з зіставлення

Таблиця 12

Зіставлення основного устаткування торфобрикетних заводів при різних виробничих потужностях

Назва	Дані за проектом орехово-зуєвського торфобрикетного заводу при потужності 180 тис. т на рік	Можливі розміри виробничої потужності торфобрикетних заводів з продуктивністю менше зазначеної (за принципом кратності основних установок)	
		I випадок	II випадок
<b>Відсів</b>			
Річна продуктивність при заданій потужності заводу . . . . .	370 000	185 000	92 500
Годинна продуктивність агрегатів у т . . . . .	30	30	30
Річна продуктивність агрегатів у т . . . . .	189 000	189 000	189 000
Потрібна кількість агрегатів . . . . .	2	1	0,5
Те саме разом з резервом . . . . .	4	2	1
<b>Дроблення</b>			
Річна продуктивність при заданій потужності заводу . . . . .	92 500	46 250	23 125
Годинна продуктивність агрегату в т . . . . .	15	15	15
Річна продуктивність агрегату в т . . . . .	94 500	94 500	94 500
Потрібна кількість агрегатів . . . . .	1	0,5	0,25
Те саме разом з резервом . . . . .	2	1	1
<b>Сушіння</b>			
(кількість випаровуваної води)			
Річна продуктивність при заданій потужності заводу . . . . .	106 000	53 000	26 500
Годинна продуктивність агрегату в т . . . . .	2,6	2,6	2,6
Річна продуктивність агрегатів у т . . . . .	19 328	19 328	19 328
Потрібна кількість агрегатів . . . . .	6	3	1,5
Те саме разом з резервом . . . . .	7	4	2
<b>Брикетування</b>			
Годинна продуктивність при заданій потужності заводу . . . . .	189 000	95 000	47 500
Годинна продуктивність агрегату в т . . . . .	3,26	3,26	3,26
Річна продуктивність агрегату в т . . . . .	23 460	23 460	23 460
Потрібна кількість агрегатів . . . . .	9	4	2
Те саме разом з резервом . . . . .	18	5	3



потужності провідних установок основного устаткування, становище уявляється так (див. табл. 12). Як видно з наведеного зіставлення, за принципом кратності основного виробничого устаткування, при даній потужності агрегатів можуть бути організовані заводи з річною продуктивністю в 90 тис. т і навіть 45 тисяч т товарної продукції.

При цьому в першому випадку надмір потужності буде мати місце тільки щодо дробарок, а в другому випадку — щодо грохотів і дробарок; резервне устаткування лягатиме то більшим тягарем на виробничі видатки і капітальні витрати, що менше буде виробнича потужність заводів. Щодо заводів інших менших потужностей, то вони, очевидно, також можуть мати місце, але, щоб уникнути значних диспропорцій між окремими частинами устаткування, необхідний добір основних агрегатів відповідних потужностей.

Детальне розв'язання питання про технічну можливість заводів невеликих потужностей можливе в кожному окремому випадку і для кожного окремого розміру лише на основі відповідних точних розрахунків, бо, крім основного устаткування, щодо цього можуть досить серйозно впливати додаткове устаткування і середзаводський транспорт; але особливо серйозне значення щодо цього може виявити потреба в теплоелектроцентралі для постачання торфобрикетного заводу парою і електрострумом при відсутності можливості одержання їх на стороні, бо і побудова останнього в свою чергу нижче певної потужності також може бути недоцільною.

2. Масштаб торфобрикетних заводів і витрати на одиницю продукції. На добір масштабу промислового підприємства при всіх інших рівних умовах виявляють досить серйозний вплив також і розміри необхідних капітальних вкладень та експлуатаційних витрат на одиницю продукції. На основі загальноекономічного положення можна, звичайно, сказати, що збільшення виробничої потужності торфобрикетних заводів повинно привести до зменшення капітальних вкладень на одиницю продукції і собівартості тонни торфобрикетів, і навпаки.

Проте, виявлення характеру зазначеної взаємозалежності в торфобрикетуванні і конкретне розв'язання питання про оптимальні щодо цього

Загальні видатки і переробка	I варіант	II варіант	III варіант
1. Вартість пари $4,50 \times 0,8$ . . . . .	3,60	3,60	3,60
2. Вартість електроенергії $0,03 \times 60$ . . . . .	1,80	1,80	1,80
3. Ремонт будівель і споруд — 1% . . . . .	0,07	0,11	0,09
4. Ремонт устаткування — 3% . . . . .	0,80	0,86	0,62
5. Заміна матриць . . . . .	0,30	0,30	0,30
6. Зарплата персоналу . . . . .	1,48	1,48	1,48
7. Відрахування (соцстрах, відпустки, культпотреби і ін.) в розмірі 40% від зарплати . . . . .	0,59	0,59	0,59
8. Загальногосподарські видатки . . . . .	0,80	0,80	0,80
9. Мазильні і обтиральні матеріали . . . . .	0,08	0,08	0,08
10. Амортизація будівель і споруд — 30% . . . . .	0,20	0,34	0,28
11. Амортизація устаткування — 8% . . . . .	2,12	2,30	1,65
Разом . . . . .	11,84	12,26	11,29
Сировина			
12. Вартість вихідної сировини $6,18 \times 1,50$ фр.-бол. . . . .	9,27	9,27	9,27
13. Транспортування до заводу $3,25 \times 1,50$ . . . . .	4,88	4,88	4,88
Разом . . . . .	14,15	14,15	14,15
Разом на 1 тону . . . . .	25,99	26,41	25,44

розміри торфобрикетних заводів можливі лише на основі порівняльного зіставлення відповідних даних практики діючих торфобрикетних заводів різної продуктивності, або, принаймні, розрахункових даних проєктованих торфобрикетних заводів різних потужностей.



Проте, наявні щодо цього матеріали зовсім недостатні: даних про розміри капітальних вкладень і експлуатаційних витратків на одиницю продукції при різних масштабах продуктивності торфобрикетних заводів, обгрунтованих практикою торфобрикетування, — взагалі нема.

Детальну примірну калькуляцію собівартості тонни торфобрикетів, але без даних про розмір капітальних витрат на тону продукції, знаходимо в матеріалах Інсторфу по побудові орехово-зуєвського торфобрикетного заводу потужністю в 180 тис. т торфобрикетів з використанням як сировини фрезторфу з Озерецько-нікольського болота. Собівартість однієї тонни торфобрикетів розрахована за матеріалами в 3-х варіантах:

- За першим варіантом, де основне устаткування взято без резерву (3 сушарні і 7 пресов), вона проектується в розмірі . . . . . 25 крб. 99 коп.  
 За другим варіантом, де взято до уваги резерв по основному устаткуванню (4 сушарні і 8 пресів) — у розмірі . . . . . 26 крб. 41 коп.  
 За третім варіантом, де устаткування взято, як і за другим варіантом, тільки без теплової станції з тим, щоб одержувати пару і електроенергію на стороні, — в розмірі . . . . . 25 крб. 44 коп.

А експлуатаційні витатки без сировини на тону торфобрикетів становлять відповідно: за 1 варіантом — 11 крб. 84 коп., за 2 варіантом — 12 крб. 26 коп., за 3 варіантом — 11 крб. 29 коп.

За проектним завданням на побудову орехово-зуєвського торфобрикетного заводу продуктивністю в 180 тис. т торфобрикетів на рік із використанням як сировини фрезторфу, розробленим Гіпроторфом на основі даних Інсторфу, загальний розмір капітальних вкладень і експлуатаційних витрат на рік запроектовано:

#### А. КАПІТАЛЬНІ ВКЛАДЕННЯ

Назва статей	Загальна сума капітало-вкладень		Витрати на тону торфобрикетів	
	При одержанні пари і струму на стороні	При одержанні пари і струму від власної ТЕЦ	При одержанні пари і струму на стороні	При одержанні пари і струму від власної ТЕЦ
1. Технологічне і середзаводське транспортне устаткування брикетного заводу	6 326 632	6 618 032	35,20	36,80
2. Силове електроустаткування і освітлення заводу . . . . .	355 000	363 000	1,98	2,00
3. Устаткування майстерні для заводу . . . . .	142 085	142 085	0,78	0,78
4. Водопровід і каналізація по заводу . . . . .	100 231	200 000	0,56	1,10
5. Водопровід і каналізація по селищу . . . . .	17 882	35 000	0,10	0,19
6. Приєднання до ТЕЦ у 1 варіанті і спорудження власної ТЕЦ у 2 варіанті	1 620 000	4 472 036	9,00	24,90
7. Будівництво заводських споруд . . . . .	2 509 909	2 559 289	13,94	14,22
8. Будівництво селища . . . . .	3 023 016	4 534 500	16,82	25,10
9. Витрати на організацію будівних робіт . . . . .	229 136	229 136	1,27	1,27
10. Витрати на транспортування сировини . . . . .	111 984	111 984	0,62	0,62
11. Аварійний склад сировини . . . . .	117 820	117 820	0,65	0,65
12. Витрати на транспортування продукції . . . . .	261 463	261 463	1,45	1,45
Разом . . . . .	14 808 148	19 644 352	82,38	108,50

Капітальні витрати на 1 тону продукції повинні, отже, виразитися, згідно з даними проектного завдання, в 82 крб. 38 коп., при одержанні пари і електроструму на стороні, і в розмірі 108 крб. 50 коп. при побудові власної ТЕЦ, без урахування в обох випадках необхідних капітальних витрат на організацію устаткування сировинної бази.



## Б. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИДАТКИ

Назва статей	Загальна сума на рік	Витрати на 1 т торфо- брикетов	Питома вага витрат до загальної собівартості
<b>Загальні видатки і переробки</b>			
1. Видатки на пару для сушіння сировини і прогрівання матриць при потребі її в кількості 158 360 т і вартості 5 крб. 95 коп. за т . . . . .	942 242	5,22	14,20
2. Витрати на пару для опалення будівель при потребі її в кількості 21 100 т і тій самій вартості 5 крб. 95 коп. за т . . . . .	125 545	0,70	1,90
3. Видатки на електроенергію для виробництва і освітлення при потребі в $13,6 \times 10^6$ кіловат-годин і вартості 4,5 коп. за кіловат-годину . . . . .	614 000	3,40	9,26
4. Видатки по ремонту:			
а) будівель і споруд — в розмірі 1% від суми в 6 142 300 крб. . . . .	61 423	0,34	0,93
б) устаткування—в розмірі 3% від суми в 6 823 700 крб. . . . .	204 711	1,14	3,10
5. Видатки по заміні матриць при потребі спеціальної сталі в кількості 8 т і вартості її в 6 тис. крб. за т . . . . .	48 000	0,27	0,73
6. Видатки по зарплаті при наявності:			
а) 235 робітників і службовців по заводу з зарплатою на загальну суму 350 100 крб. . . . .	435 540	2,42	6,60
б) 52 чол. по заводоуправі з зарплатою на загальну суму в 85 440 крб. . . . .	174 216	0,97	2,65
7. Відраховання (соцстрах, відпустки, культпотреби і ін.) в розмірі 40% від зарплати . . . . .	43 554	0,24	0,65
8. Загальногосподарські і адміністративні видатки в розмірі 10% від зарплати . . . . .	30 017	0,17	0,46
9. Мазильні і обтиральні матеріали . . . . .	184 269	1,02	2,77
10. Амортизаційні відраховання:			
а) будівель в розмірі 3% від суми в 6 142 300 крб. . . . .	545 896	3,03	8,25
б) устаткування — в розмірі 8% від суми 6 823 700 крб. . . . .			
Разом . . . . .	3 409 396	18,92	51,50
<b>Сировина</b>			
11. Видатки на фрезторф для брикетування при ціні його франко-болото в 6 крб. 18 коп. і вартості перевозу з болота до заводу разом з вантаженням і розвантаженням в 4 крб. 12 коп. при кількості його в 310 000 т. . . . .	3 193 000	17,74	48,50
Разом . . . . .	6 602 396	36,66	100%

Отже, заводська собівартість тонни торфобрикетів становитиме 36 крб. 66 коп. або, з урахуванням вартості відходів, використовуваних як паливо, 35 крб. 55 коп., а експлуатаційні видатки на тонну торфобрикетів без сировини становлять 18 крб. 92 коп.

Виявлення, хоча б і орієнтовно, впливу масштабу торфобрикетних заводів на розмір капітальних витрат на одиницю продукції і на собівартість уявляється можливим тільки тоді, коли є паралельні розрахункові дані для різних потужностей при однаковій конструкції заводів і технологічному процесі: із збільшенням виробничої потужності заводів і капітальні витрати і собівартість знижуються, при чому в собівартості зниження відбувається, звичайно, за рахунок зменшення вартості переробки, тобто експлуатаційних видатків без сировини.

### ВИСНОВКИ

1. Потреба в побутовому паливі на Україні дуже значна, становлячи в середньому понад чверть усієї потреби в паливі; якщо навіть відняти потребу сільського населення, яка забезпечується в значній мірі коштом



відходів сільського господарства, то все ж потреба в побутовому паливі виражається більш яку 2,5 млн. т в умовному паливі.

Дрова, що займають значне місце як побутове паливо досі, не можуть покрити дедалі зростаючу потребу в ньому; більше того, в зв'язку з необхідністю максимально використовувати деревину для будівництва і промислових потреб, їх участь навіть не зможе зберігтися на теперішньому рівні і буде поступово щораз більш і більш знижуватися.

А покриття потреби в побутовому паливі донецьким кам'яним вугіллям не може практикуватися в дуже широких розмірах, оскільки високоякісне кам'яновугільне паливо повинно бути використано для технологічних і паливних потреб промисловості, що по-вєлетенському розвивається. В усякому разі застосування вугілля для побутових потреб може мати місце лише в тих районах, які не мають власних запасів палива і розташовані зручно й близько до Донбаса.

Отже, потреба в побутовому паливі повинна в значній мірі покриватися за рахунок місцевих видів палива, в основному торфу, запаси якого на Україні превалюють серед них.

Використання торфу як побутового палива, особливо в індивідуальному секторі, натрапляло, проте, досі на досить значні труднощі в специфічних особливостях його, в наслідок яких воно не могло бути досить зручним і економічно вигідним.

Брикетування щодо цього значно поліпшує становище, бо воно звільняє певною мірою торф від його негативних особливостей і навіть надає йому ряд якостей, які роблять його дуже цінним паливом у домашньому побуті.

Для покриття дефіциту в побутовому паливі і хоча б для часткової заміни дров і кам'яного вугілля, диктованої вказаним вище становищем, потрібно було б за попередніми, дуже орієнтовними підрахунками понад 1 млн. тонн торфобрикетів на рік. Отже, з погляду можливості розміщення продукції на Україні є дуже широкі перспективи для розвитку торфобрикетування.

2. Найвні запаси торфу на Україні порівняно значні і розташовані досить зручно, охоплюючи значну територію — північну і північно-західну частину її — і перебуваючи досить далеко від потужної вугільної бази — Донбаса.

Якість запасів, виключаючи трохи підвищену зольність їх, цілком задовільна; характер торфовищ, розміри їх і умови водного режиму хоча і не в усіх випадках відповідають вимогам сировинних баз для торфобрикетування, проте, вони все ж дають щодо цього досить широкі можливості; отже, в цілому з погляду забезпечення сировиною і придатності її — перспективи розвитку торфобрикетування на Україні також порівнюючи сприятливі.

3. Торфобрикетування на Україні, як і взагалі, повинно базуватися на використанні як сировини фрезерного торфу; проте, поряд з цим в окремих випадках, оскільки є ряд дуже добрих торфових масивів, на яких неможливо провадити через природні властивості торфодобування фрезерним способом, може постати також питання про використання як сировини кускового торфу, добуваного багерним способом або екскавованого багером і підсушуваного до певної вологості, але без переробки його в пресі.

4. Щодо першочергового торфобрикетного заводу на Україні, то в зв'язку з необхідністю в терміновому задоволенні хоча б потреби в паливі для побутових нужд міста Києва і ряду інших великих міст, можливістю раціонального використання одного з кращих серед великих торфовищ України — Замглайського — лише при умові побудови відповідної потужності торфобрикетного заводу, а також у зв'язку з рядом інших причин — зручність проектування і виготовлення устаткування — найбільш раціональним технічно і економічно була б побудова заводу потужністю 180—200 тис. т торфобрикетів на рік.



## ШВЕЛЕВА ШАХТА ДО ТОПКИ ПАРОВОГО КАЗАНА ДЛЯ КУСКОВОГО ТОРФУ

### І. ПОЛУКОКСУВАННЯ НИЗЬКОЦІННИХ ПАЛИВ

#### 1. Поліпшення палив

Переробка низькоцінних палив має два основних завдання:

- 1) поліпшити, підвищити теплові якості вихідного палива;
- 2) одержати ряд побічних продуктів, які можна застосувати в народному господарстві.

Головніші види поліпшення (Veredelung) низькоцінних палив полягають у механічній і термічній переробці. Сюди належать:

- 1) механічне збагачення, застосовуване до вугілля, яке полягає в механічному відокремленні домішаної порожньої гірської породи і в одержанні менш зольного і сірчистого вугілля;
- 2) підсушування палива, застосовуване до вологих видів палива яке полягає у видаленні з палива через нагрівання надмірної вологи;
- 3) одержання пилоподібного палива, що полягає в тонкому помолі наперед висушеного палива;
- 4) брикетування, застосовуване до землистого палива і паливного дріб'язку, яке полягає в пресуванні палива з застосуванням або без застосування зв'язуючих речовин.

До видів термічної переробки треба віднести:

- 5) коксування—суха перегонка при високих температурах (що доходить до 1000—1200° С для кам'яного вугілля), застосовувана в коксовій справі і в газовому виробництві;
- 6) полукоксування—суха перегонка, проваджувана при значно нижчій температурі;
- 7) газифікація, що полягає в беззалишковому перетворенні твердого палива на горючі гази з можливим одержанням як відходів генераторних смол.

#### 2. Суха перегонка палив і полукоксування

Розглядаючи відповідно до завдань даної роботи процесу сухої перегонки, треба відмітити, що в основному переробці піддавали найбільш цінні види палива—коксове і газове вугілля; перші—для одержання як основного продукту металургічного коксу і як побічних—газу, смоли, амоніаку; і друге—для одержання світільного газу і як побічних—коксу, смоли і амоніаку.

Проте, з другої половини минулого сторіччя звернули на себе велику увагу, як сировина для переробки, і низькоцінні види палив—сухе кам'яне вугілля (в Англії), буре вугілля (в Німеччині) і ін. і в зв'язку з цим набуває розвитку полукоксування.

Під полукоксуванням або швелеванням розуміють нагрівання палива при низьких температурах без доступу повітря з одержанням ряду таких продуктів: полукоксу, що має теплотворну здатність значно більшу, порівнюючи з вихідним паливом; смоли, використовуваної як сировина для одержання ряду цінних продуктів і рідкого палива; і, нарешті, первинного газу з достатньою теплотворною здатністю.



При процесах полукоксування, у протипагу тому, що має місце в коксовій і газовій техніці, нагрівання палива провадять у „м'яких“ температурних умовах, щоб уберегти смоли від розкладу.

При коксуванні, звичайно, частина смоли зазнає пірогенетичного розпаду, тобто перетворюється на газ, а решта — ароматизується, набуваючи зовсім інших властивостей, порівнюючи з первинною смолою (з'являються в головній масі бензол і його похідні). Значно змінюється при цьому характер і інших продуктів сухої переробки — полукоксу і газу.

Полукок фізичними властивостями і міцністю значно поступається перед коксом і містить велику кількість летких речовин, в наслідок чого має велику займистість.

Швельгаз кам'яного вугілля має підвищену теплотворну здатність, порівнюючи з газом коксування; а первинний газ молодих низькоцінних палив, до яких належить і торф, в наслідок утворення значних кількостей карбонатної кислоти і води розкладу має теплотворну здатність нижче коксового газу з тих самих палив. У цілому слід відмітити, що характер наново утворюваних продуктів полукоксування залежить як від природи вихідного палива, режиму ведення процесу, так і апаратури.

### 3. Полукоксування низькоцінних палив

Причини, що викликали появу і дальший розвиток за кордоном полукоксування низькоцінних палив, дуже різноманітні:

- 1) бажання одержати якнайбільше продукту, головне — мастильного масла і моторного палива;
- 2) прагнення одержати якнайбільше виробничих і побутових вигод (одержання бездимного полукоксу, одержання газу для дальнього газотранспорту і ін.);
- 3) бажання раціонально використати низькосортне паливо і централізувати силові установки.

У Німеччині, що не має власної нафти, термічна переробка твердих палив ставила основним завданням одержання такого дьогтю, який міг би бути джерелом для добування горючих і мастильних масел, а що первинний дьоготь, одержуваний при полукоксуванні, нагадує парафінову нафту і при фракціонованій перегонці забезпечує одержання бензинів, гасу, мастильного масла і парафінів, то полукоксування, поряд з гідруванням, набуло значного розвитку, головне щодо бурого вугілля. Крім того, що первинний дьоготь забезпечував Німеччину рядом продуктів, які мали серйозне господарське і економічне значення, переробка ця мала і має велике значення і в воєнному відношенні. На випадок блокади синтетична бензинова промисловість буде єдиним джерелом рідкого палива, що виготовляється з своєї сировини.

В Англії полукоксування палив набуло розвитку в зв'язку з питанням одержання бездимного твердого палива на базі кам'яного вугілля.

Побудним стимулом для розвитку полукоксування в Англії було прагнення по зможі звільнитися від диму і копоті, від яких терплять у дуже великій мірі всі англійські міста.

Це витікає з особливостей англійського побуту. Приміщення англійця опалюється виключно камінами, в яких спалюють кам'яне вугілля.

Умови горіння в камінах не сприяють повноті спалювання в наслідок малої тяги, великої кількості повітря при недостатці досить розжареного простору в топці продукти сухої перегонки і сажа виходять навколо.

А тому потрібне було паливо, яке легко згорає в камінах і не дає копоті. Таким паливом і став полукок. Одержаний у наслідок виділення рідких і газоватих речовин, полукок є практично однорідним паливом, що забезпечує горіння без диму.



Полукоксування за останні десятиріччя набуло значного конструктивного розвитку в різних країнах—Німеччині, Англії, Франції, Америці, Італії й інших країнах.

Розроблено було всього близько 400 найрізноманітніших систем<sup>1</sup>, з яких тільки близько 20 полукоксувальних печей набуло того чи того промислового застосування.

Існуючі полукоксувальні печі відзначаються не тільки конструктивними деталями, але й самим принципом ведення роботи, серед них є печі з зовнішнім і внутрішнім ogrіванням, печі нерухомі і обертові, печі з металічними ваннами і ін.

Найбільшого розвитку набули печі з зовнішнім ogrіванням. З цього типу печей встановлено 1114 печей системи Ролле, в основному в Німеччині, для переробки бурого вугілля (печі ці малопродуктивні і тепер їх більше не будують). За тим самим принципом встановлено печей Гейсена—32, печей KSG (Kohlenscheidungsgesellschaft)—2 і ін.

Печей з внутрішнім ogrіванням системи Лурги—10, печей Маклорена—6, Бабкока—5, Евен-Рунге—1 і ін.

Число всіх збудованих полукоксувальних печей доходить до 1500.

Найбільша досягнута продуктивність однієї печі визначається в 100—150 тонн палива на добу (печі Гейсена, KSG, Лурги і ін.).

В СРСР за даними Зарембо<sup>2</sup> побудовано дві дослідні полукоксувальні установки: одна в Москві (теплотехнічний інститут), друга—в Кемерові.

Запроектовано два дослідно-промислових заводи з продуктивністю по 100 тисяч тонн кожний: у Кемерові на базі сапропелітів і вугілля, другий—на річці Ангарі біля станції Черемхово.

## II. ПОЛУКОКСУВАЛЬНІ УСТАНОВКИ У СПОЛУЧЕННІ З СИЛОВИМИ

### 1. Хід розвитку полукоксування за останні десятиріччя

Вияснення раціональних і перспективних шляхів полукоксування торфу потребує обізнання з історією і ходом розвитку цього виду термічної переробки в окремих країнах і аналізу здійснених шляхів з погляду інтересів нашого соціалістичного господарства.

Та обставина, що переважна кількість усіх світових ресурсів торфу концентрується у нас в СРСР, і що в Німеччині, Англії, Франції і інших країнах, де хемічна переробка палива набула значного розвитку, запаси торфу незначні і виражаються в частках процентах до топливних ресурсів, не дає нам змоги запозичити безпосередній досвід по полукоксуванню торфу і змушує нас удаватися до наявного досвіду щодо інших видів палив і насамперед близького властивостями до торфу німецького бурого вугілля.

Хід розвитку цього виду поліпшення палив за останні десятиріччя зовсім ясно вказує на те, що полукоксування для одержання як основного продукту рідких продуктів, себе не виправдало. Цьому не могли допомогти й великі успіхи, досягнуті в техніці полукоксування палива за останні 10—15 років, що виразилися як у сильному прискоренні процесу швелювання (замість 20 годин у печах Ролле—18 хвилин у ретортах Гейсена), так і в створенні умов перегонки, при яких досягають високих виходів первинного дьогтю (в наслідок усунення перегріву окремих складових частин).

Правда, у перший період полукоксування в Німеччині, коли запаси багатого на бітуми середньонімецького бурого вугілля були ще значні, сам первинний дьоготь міг виправдати все виробництво. Інші продукти

<sup>1</sup> Brounle, Eng and Boller Hause Review. 1928, 41.

<sup>2</sup> К. С. Зарембо. „Полукоксування вугілля“.



полукоксування — полукокс і швельгаз — не привертали до себе уваги гарячий полукокс прямо скидали у відвали, а швельгаз випускали в повітря і тільки пізніше його почали використовувати як додаткове паливо на самому виробництві.

Проте, далі, в міру вичерпання цих запасів багатого на бітумінозні речовини бурого вугілля кількість одержуваного дьогтю зменшується; це характеризується даними, що їх наводить проф. Д. В. Нагорський<sup>1</sup>.

Таблиця 1

Роки	1869	1875	1879	1881	1883	1885	1888
Вихід дьогтю . . .	8,43	7,50	7,44	7,24	6,97	6,66	6,71

І тому сам лише первинний дьоготь не зміг рентабілізувати цього виробництва.

Полукоксування палива виявляється вигідним лише тоді, коли більшість продуктів, одержуваних при такій переробці, і насамперед полукокс, є товарними продуктами і можуть знайти для себе забезпечений збут.

Тимчасом саме полукокс, у якому концентрується найбільша кількість тепла вихідного палива, не міг знайти для себе сталого збуту. Ділянки застосування полукоксу, що були й що намічались, не могли цього забезпечити, зокрема застосування дрібного полукоксу „grüdekoks'u“ в домашньому побуті не могло забрати значних кількостей одержуваного полукоксу; а широке застосування полукоксу для потреб хемічного синтезу з одержанням різних органічних сполук<sup>2</sup> (на це покладали великі надії) — поки що не виправдалося.

Природно, що з усією гостротою постало питання про широке застосування полукоксу для спалювання в промислових топках, але тому, що транспортування полукоксу натрапляло на великі утруднення як у технічному (через крихкість, пористість полукоксу і здатність його до самозаймистості), так і в економічному відношенні (малорентабельне), то й виникла і здійснилася думка про об'єднання полукоксування палива з виробництвом енергії в одне виробництво.

Так виникають різні типи полукоксувальних установок у сполученні з казановими.

Цьому останньому в значній мірі сприяло з'явлення потужних полукоксувальних печей, зокрема загально визнаних реторт системи Гейссена.

Це дало змогу об'єднати полукоксувальні установки з потужними районними електроцентралями в електрохемкомбінати.

Треба відмітити, що техніка термічної переробки палива вже перед тим давала дуже вдалий приклад сполучення полукоксування бітумінозного вугілля з газифікацією, при цьому комбінування тут здійснювалося органічно. Процес полукоксування палива і газифікація одержуваного полукоксу здійснювалися в одній згоді — газогенераторі з пристосуванням для швелювання у вигляді надбудованої швельшахти або курного дзвона.

Сучасні газогенератори для бітумінозних палив (системи AVG, Пінча, Монда і ін.) набули широкого загально визнаного застосування, даючи як побічний продукт значну частину тепер одержуваного первинного дьогтю.

Цілком природно, що цей вдалий досвід наштотхував думку до аналогічного об'єднання процесів полукоксування вугілля з його спалюванням; і подібно до того, що мало місце при газифікації бітумінозних палив, основна мета такого сполучення передбачувалася в тому, щоб вилучити

<sup>1</sup> Д. В. Нагорський, „Полукоксование“, випуск 2, 1934.

<sup>2</sup> Проф. Г. Л. Стадников, „Современное положение вопроса облагораживания топлив“. Гидротерф, ч. IV, кн. II.



з палива перед його безпосереднім використанням (спалюванням) цінний первинний дьоготь. Це має тим більше значення, що витрата палива в стаціонарних топосних злагодках для одержання пари і енергії становить дуже значну частину загальної витрати палива і тому такий спосіб може стати потужним джерелом первинного дьогтю.

Ось це — прагнення одержати якнайбільше первинних смол поряд з можливістю застосувати для казанів полукокс, що мав через зазначені хиби поганий збут і гальмував розвиток полукоксування, привело кінець-кінцем, до об'єднання полукоксувальної установки і казанової в один спільний тепловий агрегат.

## 2. Сполучення полукоксувальних установок з силовими

Сполучення полукоксувальної установки з казановою може здійснюватися в двох напрямках: 1) роздільного сполучення і 2) безпосереднього сполучення.

Роздільне сполучення. При роздільному сполученні полукоксувальна установка розташована поблизу котельні, але котельня не зв'язана безпосередньо з роботою швелєвої печі. У цьому випадку необхідне додаткове транспортування полукоксу від швелєвої печі до топки, а також треба пристосувати топку для спалювання полукоксу.

Безпосереднє сполучення. Паливо піддається полукоксуванню в установках, безпосередньо зв'язаних з топками казанів, і, отже, полукокс після швелєвої шахти потрапляє в топочний простір розжареним, не потребуючи додаткового транспортування. Спосіб сполучення залежить від виду палива і типу топочної злагоди. Приміром, для безпосереднього сполучення дуже придатними будуть топки з механічними ланцюговими ґратами. Пилоподібне паливо виключає можливість прямого сполучення, бо одержаний полукокс перед надходженням до топки треба перемелювати.

З наявних схем сполучень швелєвстановок з котельнею найважливішими є такі:

1. Мак-Евен-Рунге — англійського походження, здійснена в Америці. Установка працює за принципом роздільного сполучення і дає порошокоподібний полукокс. Продуктивністю вона призначена для великих силових станцій з пиловугільними топками. Продуктивність здійсненої установки в Lankeside в Milwantee становить близько 200 тонн на добу.

2. Бартлінга — німецького походження, здійснена в Німеччині (Мюнхен) у 1928 р., працює за принципом роздільного сполучення, дає порошокоподібний полукокс.

3. Ганля — здійснена в Німеччині в ряді установок Верхньої Сілезії. Установка призначена для бітумінозного спіклого вугілля і вологих палив; працює за принципом безпосереднього сполучення, дає кусковий полукокс.

4. Мерц і Мак-Меллана — протягом 1924—1929 рр. процес цей був розроблений в Англії і запроваджений у життя фірмою Бабкок-Вількоккс на станції Дюнстон біля Нью-Кестля. Ця установка — безпосереднього сполучення і призначена для спіклого кам'яного вугілля.

5. Салерні — призначена для роздільного сполучення. Спосіб розроблений у Франції, але набув широкого застосовування в Саарській області (Німеччина). Ряд печей Салерні встановлено на газових заводах в Лондоні, на деяких заводах Югославії і Італії. Спосіб Салерні в основному призначений для окремого одержання полукоксу. В сполученні з казановою установкою процес Салерні здійснений на потужній станції в Лангенбрюгге (Langebrugge) в Геяті (Бельгія).

На станції є піч Салерні з добовою продуктивністю в 75 тонн вугілля. Одержаний полукокс спалюється на ланцюгових ґратах під казанами станції.



6. Віснера — метод винайдений у 1923 р. і прищепився для котельень в Америці, де в 1928 р. було збудовано кілька таких установок на відомій станції Philo, що належить Нью-Йоркській газовій і електричній компанії. Установа працює на вугіллі за принципом роздільного сполучення з котельнею. Продуктивність установки — 75 тонн на добу.

7. Гейссена — перспективний спосіб сполучення, здійснений товариством KVG у Німеччині в ряді енергохемкомбінатів: 1) на копальнях Еддеріц біля Кетен з 1926 р. 5 печей на 500 тонн сирого бурого вугілля; 2) в Гельцау — 8 печей; 3) в Румельсбурзі біля Берліна — з загальною потужністю станцій до 1 млрд. кіловат-годин з витратою 1 мільйона тонн полукоксу. Добова продуктивність однієї печі — 100 тонн сирого бурого вугілля. Працює за принципом роздільного сполучення.

8. Пінча — здійснена в 1919 р. на електричній станції Берлін — Ліхтенберг на двох водотрубних казанах, що працюють на буровугільних брикетах. Установа практично себе виправдала і тепер є кілька десятків пінчівських установок у Німеччині, Норвегії і інших країнах. На особливу увагу заслуговує установа у Верхній Сілезії, на рудниках і електричних станціях залізниць, де ці установки, як виявилось, дуже вигідні. Установа працює за принципом безпосереднього сполучення з котельнею.

### III. ПОЛУКОКСУВАННЯ ТОРФУ

#### 1. Хід процесу швелення торфу

Полукоксування торфу на відміну від такого самого полукоксування кам'яного вугілля провадиться при нижчій температурі, що не перевищує 450—500° С.

Це пояснюється значною перевагою летких речовин у вихідному торфі, як паливі молодому, і в наслідок цього інтенсивнішим ходом процесу.

При поступовому нагріванні торфу без доступу повітря відбувається поступовий розклад його органічної маси з утворенням газуватих і рідких продуктів, що виходять з нагріваного простору, і полукоксу, що залишається в перегінному апараті.

Уперше докладну картину сухої перегонки дав Герінг; далші дослідження процесу дали роботи Стаднікова, Центрального Інсторфу і Українського інституту торфу. Коротко процес відбувається так.

До 105° енергійно виділяється адсорбційна вода, після цього настає розпад органічної речовини з виділенням води розкладу і карбонатної кислоти.

При 150° починається сильне виділення разом з водою розкладу — метилового спирту і ацетатної кислоти.

Понад 200° з'являються перші краплі торфового дьогтю.

Процес звуглення торфової маси починає відбуватися інтенсивніше з 150° і в міру зростання температури і збагачення вуглецем маса стає чорною. Газ швелення на початку процесу майже не містить горючих складових частин і складається майже з самої карбонатної кислоти. Цей період виділення карбонатної кислоти, як процес екзотермічний, супроводжується значним підвищенням температури торфу і в зв'язку з цим прискоренням ходу процесу сухої перегонки.

Лише після 300° починають з'являтися горючі складові частини в помітній кількості і при 400° кількість їх доходить до  $\frac{1}{3}$  і стає достатньою для того, щоб газ горів.

Хід процесу швелення за даними Вардаля<sup>1</sup> з деякими нашими перерахунками показано на таблиці 2.

<sup>1</sup> Н. Н. Гаврилов и Н. Н. Богданов, „Основы термической переработки торфа“.



Таблиця 2

Хід процесу швелення  
вологість вихідного торфу — 15,8%

Температура в градус- сах С	Продукти швелення											
	Твердий зали- шок (напри- кінці шведе- вання — полу- кокс)	Первинний дьоготь			Г а з				Підсмолова вода			
		% за ва- гою	Вміст %		% за ва- гою	В метрах куб.	Вміст кар- бонатної кислоти	% за ва- гою	В тому числі			
			Кислих частин	Ней- траль- них					Амоніак % Ацетат- на ки- слота	Мети- ловий спирт %		
До 165° . . .	85,7	—	—	—	0,2	0,1	100	14,1	—	—	—	
" 225° . . .	80,2	—	—	—	0,7	0,4	100	19,1	—	—	—	
" 275° . . .	69,2	0,5	100	—	7,2	3,8	91	23,1	0,004	0,16	0,06	
" 375° . . .	58,0	4,5	81	19	11,6	6,6	76	25,9	0,035	0,31	—	
" 475° . . .	45,6	10,1	54	46	16,3	10,3	58	28,0	0,110	0,41	—	

## 2. Продукти полукоксування торфу

При процесі швелення утворюється чотири основних продукти — полукокс, первинний дьоготь, газ і підсмолова вода.

Вихід продуктів швелення за даними проф. Г. А. Стаднікова для малозольних торфів РСФРР, перераховуючи на абсолютно суху масу торфу, такий:

Таблиця 3

Назва болота	Вихід у %/о			
	Вода роз- кладу	Дьогтю	Полукоксу	Газу
Електропередача . . . . .	22,20	18,2	40,90	18,7
Елочинські 1,25 м . . . . .	20,70	18,6	42,40	18,3
" 2,00 " . . . . .	17,50	18,9	46,50	17,0

Таблиця 4

## Виходи продуктів полукоксування торфу

Показники	Назва торфодоборок									Коливання		
	Замгай т/р середн. з 4 ви- знач.	Моства т/р середн. з 4 ви- знач.	Мнево т/р середн. з 4 визнач.	Кодри т/р середн. з 4 визнач.	Загаляцька		Плахтан т/арт. Мар'янівська середн. з 8 визн.	Черніг. т/арт. Малейт/р се- редн. з 3 визнач.	Се- редне	Мін.	Макс.	
					т/арт.							
					Лядово середн. з 6 визначен.	Смілянсь- ка т/р середн. з 3 визнач.						
На абсо- лютно суху масу торфу	Полукокс . . . . .	50,54	50,82	54,02	51,36	50,14	53,18	52,53	52,72	51,93	50,64	54,02
	Смола . . . . .	21,04	18,73	16,38	18,18	17,59	16,69	17,02	15,02	17,59	15,12	21,04
	Підсмолова вода . . . . .	6,59	8,71	11,62	9,85	13,03	13,14	10,67	9,62	10,42	6,59	13,14
	Газ . . . . .	21,73	21,74	17,98	20,61	19,24	16,99	19,78	22,54	20,06	16,99	22,54
	Разом	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
На горючу масу торфу	Полукокс . . . . .	45,79	46,66	48,95	46,62	47,67	50,53	50,36	48,66	48,15	45,79	50,53
	Смола . . . . .	23,07	20,28	18,17	19,94	18,45	17,63	17,81	16,38	18,97	16,38	23,07
	Підсмолова вода . . . . .	7,25	9,46	12,85	10,81	13,89	13,89	11,17	10,72	11,23	7,25	13,89
	Газ . . . . .	23,89	23,60	20,03	22,63	20,21	17,95	20,66	24,24	21,65	17,95	24,24
	Разом	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00



За нашими даними, для низинних торфів з зольністю від 4,5 до 9,9% на абсолютно суху масу виходу становлять (див. табл. 4).

Вихід продуктів залежить від величини кусків вихідного торфу. Чим дрібніші частинки, тим більш сприятливі умови для виділення смолистих речовин і тим більший вихід дьогтю. Ця залежність показана на таблиці 5<sup>1</sup> (див. табл. 5). За рахунок збільшення виходу дьогтю в розтертому торфі зменшується вихід полукоксу.

Розподіл вуглецю і тепловмісту вихідного торфу в продуктах полукоксування показано на таблицях 6 і 7. Розглядаючи таблиці, ми констатуємо:

1. Понад  $\frac{2}{3}$  вуглецю з тепловмістом у кількості трохи меншим  $\frac{3}{4}$  усього тепла вихідного торфу переходить у полукокс.

Таблиця 5.

Позначення	Торф в кусочках (розмір 6—8 мм)					Торф розтертий (розміри 0,1—0,2 мм)				
	№ проби				Середнє всіх проб	№ проби				Середнє всіх проб
	1	3	5	7		2	4	6	8	
Вл. . . . .	14,44	14,45	17,12	17,23	15,31	13,84	12,38	17,98	18,40	18,48
Ал. . . . .	4,84	4,67	7,41	7,28	6,00	4,36	5,14	7,32	7,75	6,21
Ас. . . . .	5,45	5,43	8,90	8,80	7,14	5,00	6,16	8,85	8,46	7,12
Полукокс . . .	37,44	37,64	38,74	38,30	38,03	36,84	36,20	38,10	38,84	38,37
Смола . . . . .	13,14	12,34	11,66	12,18	12,33	14,04	14,20	13,28	12,10	13,45
Підсмолова вода	31,20	31,00	32,60	33,00	31,85	30,02	29,80	31,90	32,28	31,00
Газ . . . . .	18,22	19,02	17,00	16,52	17,69	19,10	19,80	16,72	17,28	18,18

Таблиця 6

Розподіл вуглецю в продуктах полукоксування

Продукти швелювання	Переходить вуглецю в %/о	Коливання	
		Мінімум	Максимум
Полукокс . . . . .	65,8	68,2	75,6
Смола . . . . .	14,2	10,8	16,8
Швельгаз . . . . .	11,2	9,8	13,2
Підсмолова вода . . . . .	4,1	2,8	5,3

Таблиця 7

Розподіл тепловмісту торфу в продуктах полукоксування

Продукти швелювання	Переходить вуглецю в %/о	Коливання	
		Мінімум	Максимум
Полукокс . . . . .	70,8	66,0	75,8
Дьоготь . . . . .	18,7	15,1	22,1
Швельгаз . . . . .	4,4	3,3	5,3

2. У дьоготь переходить близько  $\frac{1}{6}$  всього вуглецю і близько  $\frac{1}{8}$  тепла вихідного торфу.

3. У швельгаз переходить близько  $\frac{1}{10}$  всього вуглецю, при чому в ньому міститься тільки незначна частина ( $\frac{1}{25}$ ) всього тепла.

4. У підсмолову воду переходить незначна кількість вуглецю, головне до складу ацетатної кислоти.

Аналіз цих даних показує, що полукоксування торфу не можна базувати на самому відборі дьогтю, а тут потрібне використання полукоксу і швельгазу, а головне — полукоксу, який і щодо виходу, і щодо тепловмісту займає домінуюче місце в продуктах швелювання.

<sup>1</sup> М. В. Канторов, „Материальный баланс полукоксування низинного торфа“ („Труды Украинторфа“, випуск 3. ГКГИЗ, 1934).



### 3. Характеристика продуктів швелювання

Полукокс утворюється з сухого залишку торфу через поступове вуглецювання його. В міру підвищення температури кількість сухого залишку зменшується, але вміст вуглецю в ньому збільшується.

Паралельно з цим відбувається зменшення вмісту водню і кисню, що виходять з леткими речовинами — дьогтем, швельгазом і підсмоловою водою. Процентний вміст золи в сухій речовині в міру підвищення температури зростає, бо, поряд з кількісним зменшенням органічної маси, зольні складові частини залишаються без змін.

Примірний хід зміни сухого залишку показано на таблиці 8.

Таблиця 8<sup>1</sup>

У перерахунку	Склад	Вихідний торф	Температура нагрівання			
			350°	400°	450°	520°
На суху речовину	Ac	2,05	2,69	3,80	4,44	4,96
	Cc	56,50	66,46	75,04	78,71	81,58
	Hc	5,95	5,45	4,61	3,83	3,32
	Oc + Nc + Sc	35,50	25,40	16,55	13,02	10,14
Разом . .		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
На органічну масу	Co	57,64	68,30	78,05	81,40	85,80
	Ho	6,07	5,61	4,79	4,01	3,49
	Co + No + So	36,29	26,09	17,16	14,59	10,71
Разом . .		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Зростання зольності полукоксу в порівнянні з вихідним торфом показано на таблиці 9.

Полукокс містить вуглецю значно більше, ніж вихідний торф, і це вуглецювання супроводжується підвищенням теплотворної здатності, що, звичайно, збільшує цінність одержуваного продукту; через це процес швелювання називають поліпшуванням.

Зміна тепловмісту полукоксу, порівнюючи з вихідним торфом, при різній зольності цього останнього, показана на таблиці 10.

Чим нижче зольність торфу, тим різкіше зростає тепловміст полукоксу як в абсолютному, так і в процентному відношенні.

При зольності торфу до 8% на абсолютно суху масу теплопровідна здатність ( $Q_a^0$ ) зростає на 66%, якщо ж взяти до уваги різницю у вмісті води і водню в торфі і полукокті, то різниця ця у корисній теплотворній здатності буде ще різкішою і досягне 180% щодо торфу. Це характеризує процес поліпшення. Чим вище зольність торфу, тим процес поліпшення позначається в меншій мірі.

Полукокс зовні нагадує кокс; на відзнаку від останнього він легше окиснюється, що дуже часто приводить до самозаймистості, особливо щодо низинних торфів.

Вміст летких речовин у полукокті 20—25%. Полукокс має високу реакційну здатність і тому легко горить і вступає в реакцію. Останнє особливо важливо при застосуванні полукоксу для потреб газифікації.

#### Первинний дьоготь

В основній частині виділяється у проміжку між 300—500°, при чому при температурі нижче 350° має найбільшу кількість кислих складових частин.

<sup>1</sup> Н. Н. Гаврилов і Н. Н. Богданов, „Основы термической переработки торфа“.



Таблиця 9<sup>1</sup>

## Зростання зольності полукоксу, порівнюючи з вихідним торфом

Межі зольності (абсолютно суха маса)	Кількість визначень торфу	Середня зольність абсолютно сухої маси торфу				Середня зольність робочого торфу			
		Абсолютна кільк.		У %/о		Абсолютна кільк.		У %/о	
		Торф	Полукокс	Торф	Полукокс	Торф	Полукокс	Торф	Полукокс
4—8	33	6,09	12,44	100	204,3	4,26	11,44	100	268,5
8—13	46	10,43	18,66	100	177,8	7,30	17,20	100	235,6
13—38	26	20,13	32,31	100	164,3	14,09	29,72	100	217,0

Таблиця 10

## Теплотворна здатність торфу і полукоксу

Зольність на абсолютну суху масу торфу	Кількість визначень торфу	Горючої маси				Робочого палива			
		Абсолютна кільк.		У %/о		Абсолютна кільк.		У %/о	
		Торф	Полукокс	Торф	Полукокс	Торф	Полукокс	Торф	Полукокс
4—8	32	5476	7170	100	130,9	3634	6020	100	165,7
8—13	46	5479	6977	100	127,3	3424	5555	100	162,3
13—38	23	5347	6976	100	130,5	3196	4574	100	143,1

Складом своїм торфовий дьоготь займає проміжне місце між деревним і буровугільним дьогтем, що сильніше розклався торф, то дьоготь його ближче до дьогтю бурого вугілля, що менше ступінь його розкладу, то склад його ближче до деревного вугілля.

В утворенні дьогтю основну роль відіграють бітуми торфу, крім того в дьогтеутворенні бере участь залишкове вугілля.

Гумінові кислоти торфу дають головне кислі складові частини дьогтю — феноли. Бітуми утворюють в основному парафіни.

Елементарний склад торфового первинного дьогтю такий.

Таблиця 11

	C	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	S	W <sub>h</sub>	Q <sup>p</sup>
За даними Центрального Інсторфу <sup>2</sup>							
Дьоготь з Гуся-Хрустального . . .	75,84	9,11	13,80	1,89	1,10	3,43	8567
Дьоготь з Редкіна . . . . .	73,90	10,08	14,85	0,89	0,28	2,28	8542
За даними Укрінсторфу <sup>3</sup> . . . . .							
Дьоготь з Мнево . . . . .	68,41	7,49	19,02	4,85	0,22	2,60	8069
Дьоготь з Мостви . . . . .	69,07	11,55	14,19	5,00	0,19	2,00	8264

## Швельгаз

Швелевий газ, що виділяється, складається на початку з самої карбонатної кислоти і лише в міру підвищення температури в його складі з'являються вуглець II-оксид, метан і важкі вуглеводні.

Зміна складу швельгазу залежно від температури показана на таблиці 12.

<sup>1</sup> М. В. Канторови и бригада, „Лабораторное и опытное коксование и полукоксование украинских торфов“. Склографічне видання Укрінсторфу, 1933 р.

<sup>2</sup> Проф. Е. В. Раковський, „Побочные продукты коксования и газификации и их переработка“ („Торфяное дело“, № 10—11, 1930).

<sup>3</sup> М. В. Канторови и И. В. Бровчинский, „Предварительные материалы по исследованию торфяного дегтя украинских торфов“. („Торфяное дело“, № 9, 1934).



Вихід газу і його склад	Температура нагрівання			
	350°	400°	450°	520°
Вихід газу на 100 г сухої речовини в літрах . . . . .	1,36	5,23	7,09	10,60
У газі:				
CO <sub>2</sub> . . . . .	82,00	77,90	72,30	63,40
C <sub>m</sub> H <sub>n</sub> . . . . .	—	0,60	1,60	2,62
CO . . . . .	—	10,50	15,40	16,54

За нашими даними кількість виділюваного газу в різні температурні інтервали показана на таблиці 13.

Особливо інтенсивне виділення газу спостерігається в межах 350—400°, а для розтертого торфу навіть у вузьких межах—між 350° і 400°, що відповідає періодові найінтенсивнішого кількісного виділення карбонатної кислоти.

Середній склад газу, одержаного при швелеванні низинного торфу:

$$\begin{array}{r}
 \text{CO}_2 = 77,3 \\
 \text{C}_m\text{H}_n = 1,6 \\
 \text{CO} = 7,1 \\
 \text{CH}_4 = 12,3 \\
 \text{H}_2 = 1,7 \\
 \hline
 100,0
 \end{array}$$

Теплотворна здатність цього газу  $Q_n^z = 1950$  кал/м<sup>3</sup>.

Таблиця 13

Кількість виділюваного газу в літрах залежно від температури нагріву, рахуючи на 100 грамів торфу

Температурні інтервали	Торф розтертий (розмір 0,1—0,2 мм)					Торф у кусочках (розмір 6—8 мм)				
	Бч. 2	Бч. 3	Бч. 4	Бч. 9	Середні дані	Бч. 5	Бч. 6	Бч. 7	Бч. 8	Середні дані
До 250° . . . . .	1,1	1,0	1,1	0,7	1,0	0,6	0,2	0,8	0,4	0,5
250—300° . . . . .	1,4	0,9	0,9	1,3	1,1	1,1	0,2	0,4	0,4	0,5
300—350° . . . . .	3,7	1,7	3,5	2,5	2,9	1,5	1,5	0,9	1,7	1,4
350—400° . . . . .	2,0	3,2	3,5	3,5	3,0	3,5	5,0	6,6	4,5	4,9
400—450° . . . . .	1,6	2,7	1,7	2,0	2,0	2,5	1,5	1,4	1,3	1,7
450—500° . . . . .	3,0	2,1	3,3	2,5	2,7	2,5	2,8	1,7	2,3	2,3
500—520° . . . . .	—	1,1	—	1,0	1,1	0,7	1,2	2,7	2,3	1,7
	12,8	13,7	14,0	13,5	13,8	12,4	12,5	14,5	12,9	13,0

### Підсмолова вода

Підсмолова вода утворюється при температурах 150—160° в основному за рахунок адсорбційної води, а при більш високій температурі—за рахунок розпаду органічної маси торфу, утворення пірогенетичної води з водою і кисню торфу. Через наявність у торфах значної кількості рослинних негуміфікованих речовин, до складу виділюваної води переходить ацетатна кислота, метиловий спирт і інші речовини, що звичайно утворюються при переробці дерева. Разом з тим з'являється також і амоніак. Вміст кислих частин зумовлює роз'їдаюче діяння підсмолової води на металічні частини апаратури. Частково вона нейтралізується за рахунок амоніаку.

За даними ленинградського філіалу Інсторфу низинні торфи дають більші кількості ацетатної кислоти. Проте, тому що ті самі (низинні) торфи



містять значно більше азоту, збільшується вміст утворюваного амоніаку, що значно зменшує кислотність підсмолової води.

#### IV. ПЕРСПЕКТИВА ПОЛУКОКСУВАННЯ ТОРФУ В СПОЛУЧЕННІ З КОТЕЛЬНОЮ

##### 1. Торфовий дьоготь і його переробка

При всій різноманітності завдань, які мають здійснити при проведенні полукоксування палива, все ж у переважному числі випадків основною метою є бажання вилучити з палива первинний дьоготь для його дальшої переробки. В зв'язку з цим ідуть на додаткові, подекуди досить значні капітальні витрати, складніші схеми підготовки палива і ін. Ця мета виявляється особливо яскраво при сполученні полукоксувальних установок з котельнями.

У зв'язку з виключним значенням і роллю дьогтю при полукоксуванні треба висвітлити характеристику торфового дьогтю, його товарну цінність, шляхи переробки і використання утворюваних при цьому продуктів.

Торфовий первинний дьоготь своїм складом різко відрізняється не тільки від кам'яновугільного, але й від низькотемпературного буровугільного дьогтю, являючи собою щось середнє між цим останнім і деревновогільним дьогтем.

Кам'яновугільний дьоготь, як відомо, містить значну кількість ароматичних сполук і є джерелом одержання бензолу, фенолів, нафталіну і інших продуктів.

Буровугільний первинний дьоготь не містить більшості цих хемічних сполук і своїм складом близько підходить до парафінової нафти, бо він є джерелом одержання бензину (методом фракціонованої перегонки і гідрування).

Дьоготь, одержуваний з торфу (палива молодшого, ніж буре вугілля в наслідок наявності в торфі значної кількості негуміфікованих рослин, них решток), містить велику кількість кисневих сполук кислого і нейтрального порядку.

Характерною відзнакою торфового дьогтю є наявність у ньому сумішки високомолекулярних кислот і ефірів, так званих „торфових восків“, що близько підходять своїм складом до бітумів торфу. Крім того, торфовий дьоготь містить і значну кількість фенолів, неграничних вуглеводнів і інших кисневих сполук.

Наявність цих складових частин у торфовому первинному дьогті визначає і метод переробки його.

Звичайна перегонка дьогтю з розподілом на фракції щодо торфового дьогтю — непридатна.

В наслідок нестійкості дьогтю з торфу, наявності в ньому легкорозкладуваних кисневих і неорганичних сполук, фенолів — нема змоги досягнути більш або менш значної глибини відгонки.

За даними В. Е. Раковського<sup>1</sup> для верхових торфів граничною кількістю виділених продуктів при фракціонній перегонці є 50—55%. Для низинних

Таблиця 14

Вихід фракцій при t°	до 180	до 200	до 220	до 240	до 260	до 280	до 300	до 310
Дьоготь з Мневю . . . . .	1,5	4,0	6,0	12,0	22,0	30,0	39,0	42,5
Дьоготь з Мостви . . . . .	2,6	4,5	10,5	19,5	30,5	39,5	51,0	57,5

<sup>1</sup> В. Е. Раковський, „Искусственное жидкое топливо и роль торфа в индустриализации СССР“ („Торфяное дело“, № 8, 1933).



торфів ці цифри навіть ще нижчі. Приміром, за нашими даними<sup>1</sup> перегонки в лабораторній реторті на голому вогні для низинних торфів маємо такі дані (див. табл. 14). Після ж відгонки цієї кількості майже завжди спостерігається закоксування перегонної реторти, при чому мало допомагає тут і вакуум і перегонка з парою.

В наслідок цих особливостей, незначного виходу низькокиплячих фракцій, наявності нестійких речовин, що конденсуються і утворюють кокс, старий метод переробки торфового дьогтю, взятий з практики добування дьогтю з бурого вугілля, що розвинувся в Німеччині у 40-х роках минулого сторіччя в зв'язку з добуванням парафінів, освітлювальних і смолових масел (фотоген, солярове масло і ін.), проіснував дуже недовго і пізніше був залишений.

Відзначені особливості торфового дьогтю змушують вести переробку його іншим шляхом. Насамперед треба виділити з дьогтю нестійкі речовини, що полімеризуються, — асфальтени. Видалення їх відразу усуває процес коксування торфового дьогтю, а це дозволяє переганяти далі дьоготь з відніманням у 75—80%.

Проте, саме збільшення виходу фракції не розв'язує завдання. Переробка торфового дьогтю не тільки повинна збільшити віднімання масла, але уберегти від розкладу найціннішу складову частину дьогтю — віск.

Через це з рафінованого, тобто очищеного від асфальтенів, дьогтю виділяють віск і лише після цього беруться до прямої розгонки.

Метод хемічної переробки, розроблений Інсторфом і здійснений на дослідно-промисловій установці (в Редкіно), зводиться ось до чого:

1. Торфовий дьоготь розбавляють фракціями торфового дьогтю, що киплять до 250°, і обробляють 50% сульфатною кислотою. Це забезпечує видалення асфальтенів, які виділяються з дьогтю в кількості близько 10% у вигляді кислого гудрону. Гудрон осаджується внизу і відокремлюється у вигляді густого шару.

2. Рафінований дьоготь охолоджується при температурі близько 0°. При цьому викристалізовується невеличка частина воскоподібних речовин і частково парафінів. Віск і парафіни виділяють фільтруванням.

3. Після видалення воску фільтрат розгоняється на фракціях на масла.

4. З одержаних масел розчином ідкого натрію виділяють феноли і їх гомологи окремо: а) карболову кислоту, б) трикрезоли і в) багатоатомні феноли.

5. З нейтральних масел (фракція вище 270) виділяють при кімнатній температурі кристали парафіну.

При виділенні восків звичайно викристалізовується лише частина парафінів. Масла звільнених від воску парафінів, фенолів і їх гомологів можуть бути переведені в стандартне рідке паливо, для цього їх піддають кислотному очищенню і дальшій перегонці. Очищення провадиться 75% сульфатною кислотою; при цьому вихід сирого масла зменшується на 25%.

Розгонка масел за даними Ленінградського машинобудівельного інституту<sup>2</sup> звичайно дає близько третини тракторного палива з температурою кипіння до 250° С і дві третини дизельного палива з температурою кипіння понад 250° С. Вихід окремих продуктів, одержуваних при переробці торфового дьогтю, такий (див. табл. 15).

## 2. Значення продуктів переробки торфового дьогтю

Найціннішим продуктом, що утворюється при переробці торфового дьогтю, є віск. Віск має температуру топлення близько 80° С і тому

<sup>1</sup> М. В. Канторов и И. В. Бровчинский. „Предварительный метод по исследованию торфяного дегтя украинских торфов“ („Торфяное дело“, № 10, 1934).

<sup>2</sup> „Торфяное масло — моторное топливо“. Збірник статей під ред. Я. Яковлева. Ленінград, 1934.



належить до групи високотопних і близько підходить своєю цінністю до гірського воску (Montan Wachs), одержуваному екстрагуванням з бурого вугілля. Віск застосовується в шкіряній промисловості при апретурі шкіри.

Таблиця 15

Назва	За даними дослідного заводу в Редкіно	За даними Інсторфу
1. Віск гірський . . . . .	4,5	5,0—10,0
2. Парафін . . . . .	4,0	3,0— 6,0
3. Феноли і їх гомологи . . . . .	9,0	8,0—10,0
У тому числі:		
Карболова кислота . . . . .	1,0	0,8—1,5
Трикрезоли . . . . .	3,0	2,2—2,5
Вищі феноли . . . . .	5,0	5,0—6,0
4. Нейтральні масла . . . . .	30,0	40,0—50,0
При переробці дають:		
Тракторного палива . . . . .	15,0	20—0
Дизельного палива . . . . .	3,0	5,0
5. Асфальтени . . . . .	20,0	5—12,0
6. Пек . . . . .	25,0	10—15,0

Крім того, він потрібний і для ряду інших галузей промисловості — для ізоляції кабелів, насочування тканин, щоб зробити їх непроникними, для виготовлення грамофонних пластинок, виготовлення кремів для взуття і ін.

Дуже велике значення мають одержувані при переробці торфового дьогтю феноли і їх похідні.

Зростання потреби в фенолах і їх гомологах викликане головне швидким розвитком промисловості пластичних мас, що є найбільшим споживачем фенолокрезолів. Цінні властивості пластичних мас, що створюють нові матеріали (які дуже потрібні промисловості), викликали за останні 9 років збільшення промисловості пластмас за кордоном.

За планом другої п'ятирічки продукція цієї промисловості СРСР зростає в 12 раз.

З допомогою фенолокрезолів виробляють ряд литих і пресованих мас (бакеліт, карболіт і ін.) і ряд шаруватих продуктів — ізоліти, формовані безшумні шестерні і ін.

Крім промисловості пластмас споживання фенолів і масел, що містять феноли, збільшується з розвитком флотації — нових методів добування корисних копалин (зокрема при добуванні апатитів).

Низькокиплячі феноли знаходять застосування як консервуюча речовина, зокрема для насочування шпал, в хеміко-фармацевтичній (парфюмерній) промисловості, в лакофарбовій промисловості (для виготовлення деяких барвників), в здоровоохороні для виготовлення дезінфікуючої речовини — креоліну, застосовуваного у ветеринарії (у вівчарстві і скотарстві) і ін. Поряд з виключним зростанням споживання цих продуктів, виробництво їх зменшується в наслідок реконструкції кам'яновугільної коксової промисловості, що має завданням виробництво металургійного коксу, зокрема в наслідок:

1) впровадження нових швидкохідних коксових печей, через що вихід фенолокрезолів зменшується в 2—3 рази;

2) форсованого режиму як нових, так і старих печей, що також впливає на зменшення виходу цих продуктів.

Неможливість задовольнити існуючий попит наявними розмірами виробництва кам'яновугільних коксохімічних заводів створює досить вигідну обстановку для одержання фенолів і їх похідних з торфового дьогтю, тим



більше, що вони є в дьогті в значній кількості і в найціннішому стані (низькокиплячі), а це значно рентабільне їх переробку.

Одержувані при переробці торфового дьогтю парафіни з температурою топлення 47—48° С, звичайно невисокої якості, можуть бути використані у сірниковій промисловості.

Пек має застосування при брикетуванні паливного дріб'язку, як цементуюча речовина, у шляховому виробництві, як матеріал для водо-і кислотоізоляційних робіт. Асфальтени після відмивання сульфатною кислотою можуть бути використані для автошляхового будівництва.

Товарна цінність продуктів, одержуваних з однієї тонни торфового дьогтю, за даними С. М. Бейліна і К. М. Руков'яткіна<sup>1</sup>, визначаються з такого розрахунку.

Таблиця 16

Назва	Передбачуваний вихід з тонни дьогтю в кг	Вартість 1 тонни в крб.	Вартість у крб.
1. Віск . . . . .	40	1500	60
2. Парафін . . . . .	40	600	24
3. Феноли і їх гемологи . . . . .	100	1500	150
4. Тракторне паливо . . . . .	200	100	20
5. Дизельне паливо . . . . .	50	200	10
6. Асфальтени і пек . . . . .	70	450	31—50
Разом . . . . .	500		295—50

Витрати ж по переробці торфового дьогтю, рахуючи на ту саму тонну, за даними Торфопродукту, дорівнюють:

1. Сировина (дьоготь) . . . . .	60,0 крб.
2. Паливо і енергія . . . . .	16,0 "
3. Зарплата і страхування . . . . .	33,4 "
4. Накладні видатки . . . . .	25,1 "

Разом . . . . . 134,5 крб.

Якщо зважити на необхідність додаткового очищення і розгонки нейтральних масел, очищення пеку і взяти для обережності вартість переробки дьогтю в 200 крб. за тонну, то й тоді маємо значну економію, яка робить торфосмолоперегінне виробництво досить рентабельним.

### 3. Торф як сировина для хемічної переробки

Розглянувши значення торфового дьогтю, як сировини для переробки в народному господарстві СРСР, перейдемо до в'яснення джерел його одержання.

Торф, займаючи досить помітне місце в паливних ресурсах СРСР, до того ж територіально розміщується більш або менш рівномірно по великій території Союзу. Це робить його одним з найважливіших видів місцевого палива.

Разом з тим своїми властивостями торф близько підходить до німецького бурого вугілля. Як і ці останні, він відзначається бітумінозністю, яка забезпечує одержання значних виходів дьогтю.

Торф, як і буре вугілля, має значну реакційну здатність, в наслідок цього основні напрями хемічної переробки палив, у тому числі і полудкоксування, можна застосувати і до торфу. В одному відношенні торф має навіть значні переваги перед бурим вугіллям — це його особливість давати густий малосірчистий кокс, що має велику активність.

<sup>1</sup> „Торфяное масло — моторное топливо“. Сборник статей под ред. Я. Яковлева. ОНТИ, Энергоиздат, 1934).



Наявність цих особливостей торффу дає змогу Н. М. Гаврілову<sup>1</sup> заявити: „Зазначені вище властивості визначають можливість широкого використання торффу для переробки його в кокс, газ різного характеру і рідкі продукти як методами сухої перегонки, так, можливо, і через гідрування; при цьому комбінування процесів коксування і газифікації має при роботі на торффі значно більші переваги, ніж при роботі на бурому вугіллі через властивості торффового коксу“.

Значна роль торффу в наших паливних ресурсах, придатність його як сировини для переробки роблять його так само значним для хемічної переробки в СРСР, як і буре вугілля для Німеччини, що є насущним хлібом її хемічної промисловості.

Найбільші наші торфові ресурси, крім їх значної ролі, як джерела енергії, повинні також стати і хемічною сировиною для одержання ряду цінних гостродефіцитних продуктів, які звільняють нас від іноземної залежності і сприяють піднесенню обороноздатності країни.

Проте, у доборі доцільних напрямів цієї переробки ми повинні йти своїми шляхами, відмінними від тих, які запроваджуються в західно-європейських країнах, що в максимальній мірі відповідали б як загальнодержавним інтересам нашого соціалістичного господарства, так і принципам комплексної побудови промисловості.

#### 4. Джерела одержання торффового дьогтю і полукоксування торффу

У 1933 р. масштаб видобутку торффового дьогтю в СРСР, за даними В. Е. Раковського, перевищував розмір видобутку кам'яновугільної смоли в 1916 р., а що за Л. Ф. Фокінін<sup>2</sup>, всього було видобуто кам'яновугільної смоли в 1916 р. 57 200 тонн, то ймовірна цифра видобутку торффового дьогтю в 1933 р. — близько 60 тис. тонн.

Найбільшим джерелом одержання торффового дьогтю у нас в СРСР стали торфові станції, устатковані газогенераторами з швельшахтою, що забезпечують вилучення первинної смоли.

Молода радянська газова промисловість на торффу забезпечує одержання двох найбільш цінних продуктів — газу, що є ніби „нафтою місцевого значення“, який замінює дефіцитне рідке паливо, і торффового дьогтю, що є, як уже зазначалося вище, цінною сировиною для хемічної переробки.

Таке вдале сполучення газифікації з полукоксуванням у газогенераторах „AVG“ на наших здійснених і здійснюваних газогенераторних станціях створює цілком стійке становище для цього виду хемічної переробки торффу.

Організація полукоксування торффу навіть при наявності цілком придатної для коксування сировини (відповідний ботанічний склад, ступінь гуміфікації, зв'язність торфин, мала зольність торффу і ін.) нічим не виправдується.

Одержання торффового дьогтю здійснюється і при коксуванні торффу, правда з трохи меншим виходом, ніж при спеціальних полукоксувальних печах, і з меншою кількістю легких погонів у торфвовому дьогті; остання обставина знижує при його переробці вихід нейтральних масел і, отже, одержувану з них кількість моторних палив.

Проте, це не таке вже істотне, щоб через нього слід було б відмовитися від виробництва металургійного коксу.

Вихід торфвового дьогтю при коксуванні торффу може бути трохи збільшений заходами конструктивного і режимного порядку; щодно зменшення

<sup>1</sup> Н. Н. Гаврилов, „Труды Инсторфа“, вип. IV. „Вопрос химико-энергетического использования торфа“.

<sup>2</sup> Л. Ф. Фокин, „Обзор химической промышленности в России. Каменноугольная смола“. 1922.



виходу моторних палив, то на економіці переробки торфового дьогтю це помітно позначитися не може, бо основну цінність і основну частину надходжень дають віск і феноли.

Коксування торфу, як метод сухої перегонки, може, проте, охопити порівняно невелику частину торфових ресурсів, найбільш придатну і добірну, добувану, головне, за способом гідроторфу.

При наявності фрезерного торфу, більш зольних (понад 3—5%), менш міцних низинних кускових торфів, малозольних, але з достатнім ступенем гуміфікації верхових і переходових торфів, торфів з підвищеною кришмістю і ін. — торфококсування не можна застосовувати.

Але і в цьому разі про самостійне коксування торфу не доводиться говорити, бо з усією гостротою постає питання про шляхи раціонального застосування полукоксу і збут його.

Щождо широкого застосування торфового полукоксу для побутових потреб або для брикетування, то це не можна здійснити як через властивості полукоксу (схильність його до самозайманості, крихкість і нетранспортабельність), так і нерентабельність.

### 5. Полукоксування торфу в зв'язку з газифікацією і спалюванням

Ні підвищення виходів торфового дьогтю, ні якісне поліпшення його в спеціальних полукоксувальних установках не може змінити істотно економіки, якщо не забезпечити стійкого збуту полукоксу.

Ось чому у наших умовах тільки комплексна переробка торфу в енергохемічних комбінатах, при якій торфовий полукокс можна буде безпосередньо використовувати, можна забезпечити широке застосування полукоксування торфу.

Раковський В. Е.<sup>1</sup> бачить можливість розвитку полукоксування торфу в ще тіснішому пов'язанні з газифікацією.

Відмічаючи необхідність забезпечити одержання з дешевого торфу найбільш високих виходів торфового дьогтю, він пропонує: 1) термічний розклад провадити, користуючись дрібнозернистим, але безпилковим паливом і 2) застосовувати печі Гейссена, що забезпечують найбільший і якісно найкращий торфовий дьоготь.

Він уявляє собі таку схему комбінату: 1. Через фрезерування з формуванням гідромаси добувається торф з величиною зерна від  $5 \times 5 \times 5$  до  $10 \times 10 \times 10$  мм у вигляді дрібних гранул.

2. Торфові гранули підсушуються покидьковим теплом комбінату до 10—12% вологи.

3. Висушені гранули торфу пропускаються через реторти Гейссена з одержанням великих виходів первинного дьогтю.

4. Одержаний торфовий полукокс передається до газогенератора для одержання низькокалорійного або висококалорійного газу, при чому нижня частина гейссенівської реторти конструктивно зв'язується з газогенератором.

Не викликає сумніву та обставина, що полукоксування торфу в сполученні з газифікацією може і повинно набути ще ширшого розвитку, ніж досі.

Якщо тепер воно обмежується одержанням мішаного торфового газу з кускового торфу, то надалі сполучення з полукоксуванням повинно здійснюватися і в конструкціях газогенераторів, і для подвійного газу, і з фрезерного торфу, при чому принципи, що забезпечують одержання найбільш високих виходів торфового дьогтю і його кращу якість, мають бути надалі конструктивно розв'язані.

<sup>1</sup> В. Е. Раковський, „Искусственное жидкое топливо и роль топлива в индустриализации СССР“ („Торфяное дело“, № 4 и 5, 1931).



Проте, при всій значності цього сполучення тепер і в перспективі дальшого розвитку, воно само не може забезпечити надходження величезних кількостей дьогтю, які потрібні нашому народному господарству.

Якщо газ має замінити нафту, то і застосовувати його найбільш доцільно там, де за характером технологічного процесу потрібне рідке або газувате паливо; а там, де може з успіхом застосовуватися тверде паливо, навряд чи економічно доцільно застосовувати газ, у цьому випадку будуть у сукупності (полукоксування, газифікація, топка) великі теплові втрати.

Ось чому поряд з цим типом сполучення потрібне також сполучення швелєвих печей або реторт безпосередньо з топочними злагодками. Це може забезпечити виділення первинних торфових дьогтів не тільки у наново встановлюваних великих злагодках, але і в існуючих, що спалюють, як відомо, переважну кількість добуваного в країні торфу, установках великої і середньої потужності.

При сполученні полукоксування торфу з силовими установками питання про збут полукоксу, що гальмує розвиток полукоксування, відпадає, бо весь полукокс надходить для безпосереднього спалювання в топки парових казанів.

Використання палива в топці повинно при цьому поліпшитися, бо замість натурального торфу спалюється „поліпшений“ полукокс. Він спалюється при цьому без диму й копоті в наслідок своєї однорідності.

Ця обставина особливо важлива при сполученні полукоксувальних установок з котельнями теплоелектроцентралаей.

Теплоелектроцентралаї, розташовані через свої особливості в найгустіше заселених місцях міст, потребують рідкого, газуватого палива або ж такого твердого палива, як полукокс, який, маючи значну горючість, одночасно не забруднює оточуючої місцевості і не погіршує цим санітарно-гігієнічних умов міст.

При сполученні полукоксувальних установок з котельнями зовсім відпадають суворі вимоги щодо властивостей і якостей вихідного торфу, зокрема питання про зольність.

## 6. Полукоксування в сполученні з котельнею для фрезерного і кускового торфу

Аналізуючи вищенаведені схеми сполучення полукоксувальних установок з котельнями щодо можливості їх використання для торфу, можна прийти до такого висновку.

Найбільший інтерес для нас можуть являти собою тільки дві схеми: 1) сполучення з печами Гейссена і 2) сполучення з ретортою типу Пінча.

Відмінні особливості печей Гейссена:

1. Велика швидкість процесу швелєвання, в наслідок чого продуктивність печей дуже велика при незначних об'ємах апарату і невеликому місці, яке він займає; це дає змогу сполучити печі Гейссена з великими силовими установками, створюючи потужні енергохемкомбінати.

2. В наслідок створення максимально сприятливих умов для процесу швелєвання (відповідна величина частинок палива, повільне обертання реторти, що не дає пилу, оптимальний режим нагрівання), ці печі дають вихід дьогтю, що дорівнює тому, який одержують у лабораторних умовах (в алюмінієвій реторті Фр. Фішера), і до того — високої якості.

Ці печі, сполучені з силовою (електро) станцією, являють безсумнівний інтерес при застосуванні фрезерного торфу.

У питанні про можливість застосування фрезерного торфу для полукоксування думка спеціалістів розходиться. Приміром, Н. М. Гаврілов вважає фрезерний торф за непридатний для низькотемпературної сухої



перегонки, бо він дає значну кількість дрібних часток і пилу. Проф. Е. В. Раковський<sup>1</sup>, навпаки, вважає, що застосування фрезерного торфу і можливе, і бажане.

Пил у дьогтю, що утворюється при полукоксуванні фрезерного торфу, можна без труднощів видалити фільтруванням у піщаних фільтрах. Коагулювання ж асфальтенів, з якого починається переробка торфового дьогтю, буде ще більш сприяти видаленню пилу.

Ми вважаємо, що застосування печей Гейссена для полукоксування фрезерного торфу може бути технічно здійснене, при чому, очевидно, тут потрібна буде деяка попередня підготовка фрезторфу (відсівання найдрібніших часток з використанням їх як самостійного торфу).

Практичне розв'язання цього питання зможе дати створення дослідної установки і безпосереднє експериментування.

В економічному відношенні таке комбіноване використання фрезторфу може виявитися в наших умовах дуже вигідним, бо одержуваний торфовий дьоготь сильно знижує вартість палива.

Щодо сполучення полукоксування кускового торфу з казановими установками, можна прийти до висновку, що з усіх наведених вище видів сполучення найпридатнішим типом сполучення буде швелера реторта системи Пінча до топки парового казана.

## V. ШВЕЛЕВА ШАХТА ТИПУ ПІНЧ ДО ТОПКИ ПАРОВОГО КАЗАНА

### 1. Методи роботи і опис установки

Суть способу полягає в тому, що до звичайного водотрубного парового казана приєднують особливу камеру — шахту, в якій паливо зазнає полукоксування за рахунок продуктів горіння, засмоктуваних з топочного простору через товщу палива, що є в камері. Теплота просмоктуваних продуктів горіння розвиває в камері температуру, близьку до 500°, при якій паливо починає полукоксуватися з виділенням газу, водяної і смоляної пари, що відводиться ексгаустером до конденсаційного відділу.

Первинний дьоготь, що утворюється в холодильнику, і вода збираються в збірники, а газ, звільнений від пари, води й смоли, підводиться в казан, де й згорає в топочному просторі в особливих газових пальниках; полукокс, що утворився в камері, спалюється на колосникових ґратах.

Послідовність процесу така: паливо з бункера через завантажувальну зладу потрапляє в швельшахту, що розміщена над ланцюговими ґратами. Далі воно повільно сповзає вниз по шахті до ґрат, тоді як гарячі гази просмоктуються вентилятором в очисну установку. Гази до швельшахти потрапляють з високою температурою; в наслідок цього, а також через часткове згорання палива, відбувається швелювання його, тобто розклад органічної маси при температурі 450—500° С на полукокс, рідкі і газуваті продукти. Розжарений полукокс з швельшахти потрапляє на ланцюгові ґрати, що переміщуються, і в топочний простір.

Водяна пара, пара смоли і газ сухої перегонки, що виділилися при швелюванні і сушінні палива, разом з обмиваючими (паливними) газами виходять в очисну систему.

Очисна установка складається з холодильника або скрубера, де гази охолоджуються для виділення підсмолової води і найбільш важких погонів дьогтю, і вентилятора, який створює необхідне розрядження і тиск для транспортування газу. Після вентилятора газ потрапляє до дьогтьовідділювача системи Пелуз-Одуен. Дьоготь, що почасти виділився

<sup>1</sup> Проф. Е. В. Раковський, „О целесообразности применения термической переработки фрезерного торфа“ („Торфяное дело“, № 7, 1931).



в охолоджувачі і вентиляторі, остаточно вловлюється в дьогтьовідділювачі після цього весь дьоготь з установки іде в смоляні баки.

Газ, звільнений в очисній установці від водяної пари і смоли, переходить по нагнітальних магістралях назад у топочний простір через пальники, де й згорає над ґратами. Дьоготь у смоляних баках відокремлюється через відстоювання від води, після чого періодично евакуується з території установки в спеціальних цистернах.

## 2. Процеси в швельшахті і при спалюванні в топці

Швелева установка до топки парового казана була досліджена в ряді випробувань, головне при роботі на буровугільних брикетах. Випробування ці, проведені в наявних установках у Німеччині, дали докладні дані, що характеризують такі установки. Першу установку на міській електричній станції в Берліні Ліхтенберзі при двох водотрубних казанах системи Штейнмюллера, встановлену в 1919 р., досліджував Гердес<sup>1</sup>.

Далі були проведені випробування на установці з швельшахтою в Бранденбурзі (Вестфалія). Ці матеріали опублікували Ландсберг<sup>2</sup>, Тау<sup>3</sup> і ін.

Нарешті, докладні дослідження були проведені на установці в Альтоні інж. Зібелем<sup>4</sup>, що раніше провадив такі самі випробування в Бранденбурзі. Усі ці випробування, що тривали чималий час (більш як 1,5 р.), дали змогу дати правильне відображення процесів у швелевій шахті і топці.

Процеси у швельшахті. У швельшахті є три зони (знизу вгору): 1) зона утворення тепла; 2) зона швелелання палива; 3) зона попереднього сушіння.

Перша зона міститься на висоті до 600 мм над колосниковими ґратами.

Друга зона — на висоті від 600 до 1200 мм.

Третя зона — попереднього сушіння і нагрівання вище 1200 мм.

У нижній зоні — зоні утворення тепла — в наслідок часткового згорання палива виділяється тепло, яке йде не тільки на проведення процесів швелелання і сушіння, але і для досягнення хемічної рівноваги — редукування карбонатної кислоти у вуглець-оксид. Крім достатнього підведення тепла в шахту, треба підтримувати в зоні швелелання температуру в 500—550° С. При вищій температурі первинний дьоготь, що виділяється, буде руйнуватися. Якщо ж температура буде нижча, то швелелання буде неповним.

Розподіл температури в швельшахті нерівномірний — у напрямі до адньої стінки температури дуже знижуються і в середньому будуть на 00° нижче, ніж спереду; в наслідок цього процес смоловиділення у передній частині швельшахти значно повніший, ніж у задній частині. Температура огрівного газу при виході з швельшахти обмежена певними значеннями, вона повинна бути вище точки роси водяної або смолової пари на 6—20° і в місці виходу обмиваючого газу має дорівнювати 75—93°.

Середня тривалість швелелання — близько 3 годин. Досліди показали, що при однаковому підведенні тепла період швелелання від 2,6 до 4 год. не виявляє відчутного впливу на вихід дьогтю. Середній вихід дьогтю коливається від 7 до 8% за вагою від палива і від 50—60% встановленого виходу в алюмінієвій реторті Фр. Фішера.

<sup>1</sup> Gerdes, „Untergewinnung in Dampfkesselfeuerungen und Bedeutung des Urteers für die deutsche Wirtschaft“ Brennstoff-Chemie. №№ 8, 9, 10, 13, 14. 1922.

<sup>2</sup> Dr. Landsberg, „Braunkohlenverschwellung in Verbindung mit Kesselfeuerungen“ Brennstoff-Chemie, № 2. № 1928.

<sup>3</sup> Тау, „Сочетание швелевой установки с силовой“. Feuerungstechnik, 1929. № 15—16.

<sup>4</sup> Dr. Ing. H. Siebel, „Untersuchungen an Schwelanlagen vor Kesselfeuerungen. Brennstoff-Chemie. 1931, №№ 42 и 43.



При дрібнокусовому паливі вихід буде більший.

Процес спалювання. Умови спалювання, що виникають при швелевій установці до топки парового казана, відмінні від спалювання вогного палива. Паливо потрапляє на колосникові ґрати частково в горящому, а частково в легко спалахкуючому стані і тому утворення полум'я починається вже біля щита швелєвої шахти. Це дає змогу скоротити спалахкуюче склепіння і зменшити довжину ланцюгових ґрат. Тяга при спалюванні має бути підсилена порівнюючи з вогким паливом.

Інтенсивність горіння дуже значна при мінімальній поверхні ґрат.

В наслідок спалювання поряд з полукоксом і швелъгазом у топочному просторі утворюються дві зони горіння: одна над ґратами, друга — в ділянці полум'я швелъгазу. Останній, надходячи з пальників з швидкістю 30 м/сек, давав довжину полум'я в 1,5 м.

За даними Маншке<sup>1</sup>, термічний коефіцієнт корисної дії установки в цих умовах збільшується в наслідок таких причин:

- 1) полукокк надходить на ґрати і в топку в розжареному стані;
- 2) в наслідок того, що в полукоксі, який надходить, нема вологи, маємо приріст потужності казана;
- 3) протягом тривалого періоду видержується сталий коефіцієнт корисної дії, бо підводиться полукокк — паливо, що сильніше реагує, а з другого боку, над ґратами одночасно спалюється газ, а це підвищує теплопромінювання.

### 3. Характеристика роботи установки і експлуатаційні показники

Дані, що характеризують роботу установки, наведено по ліхтенбурзькій установці в таблиці 18 і по установці в Бранденбурзі в таблиці 17. Перші випробування провадилися в лютому 1921 р. Гердесом; другі — значно пізніше, в середині 1927 р. інж. Зібелем.

Досліди ці показали, що досягнення правильного відсмоктування газу має дуже велике значення по наслідках роботи установки. Вихід смоли коливався від 7,3 до 8,5% за вагою палива при теплотворному значенні її в 9150—9500 кал/кг. Як тепловий баланс, так і баланс вуглецевий показують, що при поліпшуваному відсмоктуванні (більша кількість газу на кілограм швелєвих брикетів) можна збільшити вихід смоли, при чому вихід у 60% від визначеного в алюмінієвій реторті слід вважати за цілком задовільний.

Середньодобова продуктивність однієї швелєвої шахти — 65 000—70 000 т брикетів, що близько підходить до продуктивності найпотужніших полукоксувальних печей.

Газ у теплом відношенні займав значне місце в теплотворному значенні всього палива (приблизно близько  $\frac{1}{3}$ ).

Вихід нормального газу становив близько 2500 м<sup>3</sup>/год. при середній калорійності сухого газу в 1700—1750 кал/м<sup>3</sup>. Звичайно, калорійність газу перебувала в залежності від кількості ogrіваючого газу.

Кількість останнього коливалася від 0,7 до 0,9 м<sup>3</sup>/кг.

При дослідженнях Зібеля виявилася необхідність правильного регулювання подачі повітря для спалювання швелъгазу при одночасному спалюванні полукоксу на ґратах. Згораючий швелъгаз, як правило, зменшував трати з газами, що відходять.

При вмісті карбонатної кислоти над ґратами в 13,0%, після спалювання швелъгазу вона досягала (при підведенні вторинного повітря) 15,0%. Отже, одночасно із збільшенням кількості відбіраного дьогтю (і, отже,

<sup>1</sup> Маншке, „Полукоксування в сполученні з топками парових казанів і іншими індустріальними печами“ („Feuerungstechnik“, № 3, 4, 1926).



збільшенням кількості швельгазу, що утворюється) підвищувався і коефіцієнт корисної дії казана.

При відносній кількості ogrіваючих газів в 0,74 і навантаженні 30 кг/м<sup>2</sup> год коефіцієнт корисної дії становив 83,2<sup>0</sup>/о.

Таблиця 17

Дані дослідів по бренденбурзькій установці

Показники роботи	№№ дослідів			
	1	2	3	4
Тривалість дослідів (в год) . . . . .	23,5	24,5	24,3	23,8
П а л и в о (буровугільні брикети)				
1. Вміст води . . . . . %/о/о	15,7	13,7	13,9	13,1
2. Вміст золи . . . . . %/о/о	10,5	11,4	10,9	11,5
3. Кількість смоли, визначена в алюмінієвій реторті . . . . . %/о/о	13,2	14,1	13,7	14,0
4. Кількість палива, що згоріло за час дослідів . кг	60 400	71 000	65 600	72 500
5. Кількість палива, що згоріло за годину . . . кг	2570	2890	2710	3040
П а р а				
6. Утворено пари . . . . . кг	211 000	243 000	244 000	257 000
7. Випаровувальна здатність палива . . . . . кг	3,5	3,42	3,72	3,5
8. Знімання пари . . . . . кг/м <sup>2</sup>	18,7	20,00	20,00	21,6
С м о л а				
9. Кількість безводної смоли . . . . . кг	4430	5250	5240	6150
10. Вихід смоли по паливу . . . . . %/о/о	7,34	7,40	8,0	8,5
11. Вихід смоли по паливу за вмістом смоли в %/о/о	55,4	52,50	57,8	60,8
12. Теплотворне значення смоли . . . . . кал/кг	9500	9500	9500	9140
13. %/о тепла смоли в теплотворному значенні палива . . . . . %/о/о	14,9	14,72	15,68	15,60
Г а з				
14. Вихід газу (сухий при нормальних умовах) . м <sup>3</sup> /год.	2200	2500	2450	2750
15. Теплотворне значення газу (сухий при нормальних умовах) . . . . . к/м <sup>3</sup>	1650	1800	1730	1840
16. Кількість газу на кг брикетів . . . . .	0,86	0,87	0,9	0,91
17. Процентна частина газу в теплотворному значенні палива . . . . .	30,20	32,70	33,2	33,40
18. Вміст тепла брикетів без вмісту тепла смоли і газу . . . . . кал/кг	2570	2509	2476	2535

Таблиця 18

Дослідження Діхтенберзької установки

Нижньолаузицькі брикети	
1. Рід палива . . . . .	брикети
2. Вміст золи в паливі . . . . .	5,17%
3. Вміст води в паливі . . . . .	17,60%
4. Теплотворне значення палива (нижче) . . . . .	4 568 кал/кг
5. Висота шару палива на колосникових ґратах . . . . .	25 см
6. Витрачено енергії вентилятором-Екстаустером . . . . .	5,6 kw
7. Кількість спаленого палива за час дослідів (31,5 год.) . . . . .	87 310 кг
8. Випарена кількість води . . . . .	416 300 л
9. Одержано золи . . . . .	4 350 кг
10. Горюче в золі . . . . .	25,3%
11. Кількість одержаної безводної смоли . . . . .	3 480 кг
12. Теплотворне значення безводної смоли . . . . .	8805 кал/кг

#### 4. Особливості швелевої установки і її переваги

Відмінні особливості швелевої установки стосуються двох основних моментів: 1) характеру застосовуваного палива, 2) потужності і характеру навантаження казанової установки.

Наявні швелеві установки працювали головне на буровугільних брикетах. Разом з тим було випробувано і інші види палива — верхньосілезьке



кам'яне вугілля (золи — 25,0%, води — 8,0% і італійський торф (нормальна цеглина — зольність — 26,0%, вологість — 24,5%).

Дані ці показали, що швелера шахта для нормальної роботи потребує неспікливого кускового палива, по змозі міцного, що не розколюється як при переміщенні його в швельшахті, так і при тепловому діянні в ній. Неспікливе паливо треба мати для того, щоб усунути утворення склепінь і зависань у шахті під час полукоксування, що при них нормальний процес неможливий. Міцність кусків потрібна, щоб усунути пилоутворення, яке дуже знецінює дьоготь.

Величина найпридатнішого куска палива — в межах від 1,5 до 15 см. Всім цим вимогам цілком задовольняють типові кускові торфи.

Швелерання в установці розглядуваного типу потребує палива з не дуже високою вологістю.

У залежності від вологості палива, яке надходить, перебуває кількість пропущеного ogrivального газу і його температура.

Збільшення температури ogrivального газу виключається, бо це створило б у зоні полукоксування температури вище допускних.

А збільшення кількості пропускуваного в швельшахту газу не тільки дуже розрідить дестилляційний газ (а це дуже знизить його теплотворну здатність), але може привести і до цілковитого порушення процесу — в наслідок редукування гарячим полукоксом великих кілностей вуглекислого газу полукокс може цілком газифікуватися і на колосникові грати буде потрапляти лише сама зола.

Це змушує вважати за максимально допускну вологість у паливі в кількості 25% на робоче паливо.

Щодо торфу, який має середню вологість близько 30% у робочому паливі, треба забезпечити попереднє підсушування торфу в бункері до його надходження в швелеру шахту.

Утруднення з шлаками, що виникають при спалюванні в наслідок несприятливого складу золи, при швелеранні зовсім усувається в зв'язку з низькими температурами.

Крім зазначеного, дуже важливе значення має бітумінозність палива. Чим більше бітумів у паливі, тим, природно, більшим буде вихід смоли і тим економнішою буде установка. Щодо факторів, які залежать від котельні, треба відмітити ось що:

1. Щодо потужності котельні. Хоча спосіб можна застосувати до якої завгодно топочної злагоди, проте і технічно і економічно він доцільніший для котельнь середньої і великої потужності. Установка в Берліні—Ліхтенберзі була здійснена на горизонтальному водотрубному казані. Установки в Бранденбурзі і в Альтоні—для вертикально водотрубних казанів. Ці казани характеризувалися такими розмірами (див. табл. 19).

Найпридатнішими для здійснення сполучення з швельшахтою треба вважати вертикально водотрубні казани.

Таблиця 19

Показники	Казанові установки		
	Берлін—Ліхтенбург	Бранденбург	Альтона
1. Поверхня нагріву казана . . . . . м <sup>2</sup>	497,3	500	600
2. Тиск пари . . . . . кг/м <sup>2</sup>	13,0	13	14
3. Поверхня нагріву пароперегрівача . . . . . м <sup>2</sup>	154,3	170	150
4. Поверхня нагріву економайзера . . . . . м <sup>2</sup>	300,0	немає даних	не було

2. Щодо характеру навантаження котельні. При спорудженні швелерої установки до топки парового казана слід мати на увазі, що при цьому має бути застережена можливість доброго регулювання двох



сполучених разом виробництв. А що швелевий процес не повинен перериватися, установка має працювати по змозі цілу добу. В наслідок цього установка не підходить для знімання пари, що швидко змінюються. Швельказан повинен покривати основне навантаження і працювати по змозі безперервно, хоча б у ночі це завантаження було б і незначним.

Через це при наявності котельні з рядом казанів доцільно не всі казани сполучати з швельустановкою, а частину їх залишати для регулювання навантажень, що змінюються.

Треба відмітити, що практика показала, що новина такого роду установок не являє для виробництва ніяких особливих труднощів. Порівнюючи швелеву установку до парового казана системи Пінча з іншими полукоксувальними установками треба відмітити, що вона має такі переваги:

1. Вона дуже проста по конструкції і може бути легко здійснена. Обслуговування нескладне — треба тільки стежити за температурою швельгазу при виході з шахти і за подаванням палива в бункер, а це може бути автоматизованим. Надходження коксу відбувається автоматично завдяки ланцюговим гратам.

2. У цьому способі відпадають вимоги певних властивостей і якостей полукоксу; це дає змогу застосовувати і низькоцінне паливо з великою зольністю, і полукокс, надходячи на грати розжареним, добре згорає (навіть до 30% золи).

3. При виключенні швельшахти казан може працювати самостійно або так, що при несприятливих для полукоксування умовах установка може цілком вільно переключитися на звичайну роботу.

4. Одержаний полукокс відразу використовується. Нема проміжних втрат — теплових при транспортуванні полукоксу і т. ін.

5. Швельшахта може мати велику продуктивність (а це важливо для котельень електричних станцій).

6. Установка в наслідок її простоти дуже дешева, порівнюючи з іншими полукоксувальними установками і продуктивністю.

7. Завдяки своїй простоті установка може бути збудована для існуючого казана.

8. Для установки середнього розміру непотрібний особливий персонал, бо кочегар без труднощів може справитися і з конденсаційною установкою.

## VI. РОЗРАХУНОК ПОЛУКОКСУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДО ТОПКИ ПАРОВОГО КАЗАНА ДЛЯ КУСКОВОГО ТОРФУ

### 1. Характеристика казана і витрата палива

Розрахунки робимо на торф такого складу органічної маси:

$$\begin{array}{r} C^o = 56,4 \% \\ H^o = 5,6 \text{ " } \\ O^o = 35,3 \text{ " } \\ N^o = 2,2 \text{ " } \\ S^o = \text{ " } \\ \hline 100,0^o \% \end{array}$$

Робочий склад торфу визначимо, виходячи з середньої зольності торфу на абсолютно суху масу торфу в 10,0% і середньої вологості в 30,0%.

Тоді одержимо такий склад робочого торфу:

$$\begin{array}{r} C_p = 35,53^o \% \\ H_p = 3,53 \text{ " } \\ O_p = 22,23 \text{ " } \\ N_p = 1,39 \text{ " } \\ S_p = 0,32 \text{ " } \\ A_p = 7,00 \text{ " } \\ W_p = 30,00 \text{ " } \\ \hline 100,00 \% \end{array}$$



Теплотворну здатність торффу визначаємо за формулою проф. Ставровського:

$$Q_n^p = 81 \cdot C + 241 \cdot H - 21 \cdot O - 6 \cdot W$$

$$Q_n^p = 81 \cdot 35,53 + 241 \cdot 3,53 - 21 \cdot 22,23 - 6 \cdot 30 = 2878 + 851 - 467 - 180 = 3080 \text{ кал.}$$

Казан беремо вертикально-водотрубний, трибарабанний лєнінградського машинобудівного заводу. Поверхня нагріву казана —  $H_k = 500 \text{ м}^2$ .

Конструкцію і розміри ланцюгових ґрат визначаємо за довідником Ґрановського.

Беручи до уваги, що на ґратах буде спалюватися полукок, який надходить з шахти частково в розжареному, частково в спалахкуючому стані, спиняємося на ланцюгових ґратах системи теплотехнічного інституту (кортшій).

На 1 казан встановлюється 2 ланцюгові ґрати розмірами:

ширина — 1900 мм,

віддаль між осями — 5500 мм.

Паропродуктивність казана —  $D = 25$  тонн/год.

(при  $W = 30\%$ ).

Тиск пари —  $p = 14$  атмосфер.

Температура перегріву —  $t_{ne} = 300^\circ \text{C}$ .

Тепловміст пари:

$$\chi_{ne} = \lambda_s + C_p (t_{ne} - t_s) = 655 + 0,53(300 - 197,37) = 715 \text{ кал/кг.}$$

Випаровувальність торффу практична:

$$U = \frac{3080 \cdot 0,80}{715} = 3,45.$$

Годинна витрата палива:

$$B = \frac{D}{U} = \frac{25000}{3,45} \cong 7250 \text{ кг/год.}$$

Річне число годин роботи беремо в 6000 годин (тобто 250 днів роботи). Решта  $8760 - 6000 = 2760$  годин — перерви для чищення казана, ремонту і т. ін.

Вихід торффового дьогтю визначиться з розрахунку  $7,0\%$  на робочий торф:

$$\text{за годину: } 0,07 \cdot 7250 = 507,5 \text{ кг} = 0,5075 \text{ т}$$

$$\text{на рік: } 0,5075 \cdot 6000 = 3045 \text{ т.}$$

В наслідок одержання дьогтю витрата палива повинна збільшитися, порівнюючи з звичайною установкою.

Збільшення буде примірно відповідати теплоті, що міститься в торффовому дьогті. Візьмемо теплотворне значення торффового дьогтю в  $9000 \text{ кал/кг}$ , тоді тепловміст смоли виразиться:

$$9000 \cdot 0,5075 = 4567500 \text{ кал/год.}$$

Цьому відповідає збільшення витрати торффу на:

$$4567500 : 3080 = 1485 \text{ кг/год.}$$

Отже, справжня витрата торффу за годину дорівнюватиме:

$$B = 7250 + 1485 = 8735 = 8750 \text{ кг/год.}$$

## 2. Підсушування торффу в бункері

Для того, щоб процес швєлевання був стійкий, робочий торф підсушуємо перед надходженням до швєльшахти за рахунок димових газів, що відходять. Підсушування провадимо в бункері.

Для підсушування торффу від ступеня вологості  $W_1 = 30,0\%$  до  $W_2 = 10,0\%$  ми використовуємо димові гази казана після економайзера з температурою близько  $150^\circ \text{C}$ .



Склад димових газів приймаємо:

$$N_2 = 78,0\%; CO_2 = 16,0\%; H_2O = 4,5\% \text{ і } O_2 = 1,5\%.$$

Теплоємність 1 кілограма газу визначається так:

$$C_p = \frac{m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3 + m_4 c_4}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4}$$

$$m_1 c_1 = 0,78 (0,246 + 0,0000119 T) = 0,192 + 0,0000093 T \text{ для } N_2$$

$$m_2 c_2 = 0,16 (0,222 + 0,0000430 T) = 0,035 + 0,0000069 T \text{ для } CO_2$$

$$m_3 c_3 = 0,045 (0,436 + 0,000119 T) = 0,0196 + 0,00000532 T \text{ для } H_2O$$

$$m_4 c_4 = 0,015 (0,216 + 0,0000166 T) = 0,00324 + 0,00000025 T \text{ для } O_2$$

$$\Sigma_{m.c} = 0,24984 + 0,00002177 T$$

При абсолютній температурі димових газів  $T = 273 + 150 = 423^\circ \text{C}$  маємо

$$C_p = \frac{0,24984 + 0,00002177 \cdot 423}{0,78 + 0,16 + 0,045 + 0,015} \cong 0,259.$$

Температуру газів, що виходять з бункера, визначаємо за формулою

$$\frac{t - t_n}{d_n - d_u} = \frac{\omega (640 - t_u)}{\omega (b_g + d_u \cdot 0,475)}$$

де  $t_h$  — температура газу при вході в бункер, що дорівнює  $150^\circ \text{C}$ ;

$t_n$  — температура газу, що виходить з бункера;

$d_n$  — кількість пари в повітрі при повному насиченні при температурі газу, що виходить ( $t_n$ );

$d_u$  — вологовміст газів при температурі  $t_h$ , що дорівнює 0,045;

$b_g$  — теплоємність газів при вході в бункер (при  $t_h$ ), що дорівнює

$t_u$  — температура торфу, яку беремо в  $0^\circ \text{C}$ .

Підставляючи зазначені дані в формулу, маємо:

$$\frac{150 - t_n}{d_n - 0,045} = \frac{640}{0,259 + 0,045 \cdot 0,475} = 2280.$$

З таблиці вологовмісту повітря знаходимо при тиску  $p = 475$  мм водяного стовпа і  $d_n = 0,089$ ,  $t_n = 50^\circ \text{C}$ .

Перехід тепла:  $150 - 50 = 100^\circ \text{C}$ .

Кількість випареної води на 1 кг топочного газу ( $\omega$ ) відшукуємо з формули:

$$\omega = L (d_n - d_u),$$

де  $L$  — кількість газу, отже,

$$\omega = 1 (0,089 - 0,045) = 0,044 \text{ кг.}$$

Кількість топочного газу, потрібна на випаровування 1 кг води, дорівнює (у ваговому виразі):

$$g = \frac{1}{0,044} \cong 22,8 \text{ кг.}$$

У вищевказаному складі питома вага газу дорівнюватиме:

$$\frac{1}{22,4} (28 \cdot 0,78 + 44 \cdot 0,16 + 18 \cdot 0,045 + 32 \cdot 0,015) = \frac{29,08}{22,4} = 1,3 \text{ кг при } 0^\circ \text{C і } 760 \text{ мм тиску.}$$

Кількість топочного газу, потрібна на випаровування 1 кг води, в об'ємних одиницях дорівнює:

$$v = \frac{22,8}{1,3} = 17,6 \text{ м}^3.$$



Загальна кількість води, яку треба випарити в бункері протягом години:

$$D_c = \frac{B(100 - 30)}{100 - 10} = 8750 \frac{8750 - 70}{90} = 1945 \text{ кг/год.}$$

Кількість необхідного топочного газу, що потрібна для випаровування цієї кількості води, дорівнює:

$$1945 \cdot 22,8 = 44\,346 \text{ кг/год.}$$

У якій мірі забезпечується потрібна кількість газу за рахунок димових газів казана, що відходять, ми визначимо з такого розрахунку.

Вводячи в бункер за годину 8750 кг торфу з вологістю 30,0%, ми наприкінці підсушування одержимо кількість торфу, підсушеного до 10% вологості:

$$B_1 = \frac{B(100 - 30)}{100 - 10} = \frac{8750 \cdot 70}{90} = 6805 \text{ кг/год.}$$

З цієї кількості торфу одержуємо в швелевій шахті полукоксу (див. нижче)

$$B_2 = 6805 \cdot 0,562 = 3825 \text{ кг/год.}$$

При складі полукоксу на суху масу:

$$C = 56,3\%, \quad H = 3,0\%, \quad O = 23,0\%, \quad S = 0,73, \quad A = 16,0\%$$

теоретична кількість необхідного повітря для повного згорання 1 кг торфу у топці буде:

$$L = \frac{2,67 \cdot C + 8 \cdot H - O + S}{0,23} = \frac{2,67 \cdot 0,563 + 8 \cdot 0,03 - 0,23 + 0,0073}{0,23} = \\ = \frac{1,5 + 0,24 + 0,0073 - 0,23}{0,23} = \frac{1 \cdot 517}{0,23} \approx 6,7 \text{ кг.}$$

Вважаючи для механічних ланцюгових ґрат коефіцієнт надміру повітря  $\alpha = 1,4$ , знайдемо повну кількість повітря

$$L = 1,4 \cdot 6,7 = 9,4 \text{ кг.}$$

Повна кількість димових газів на 1 кг півкоксу газів дорівнюватиме:

$$L_1 = 1 + 9,4 = 10,4 \text{ кг.}$$

а разом на годину:  $3925 \cdot 10,4 = 39\,800 \text{ кг/год.}$

### Визначення розміру бункера

Кількість торфу, підсушуваного в бункері, 8750 кг/год.

Вважаючи вагу 1 м<sup>3</sup> торфу з вологістю 30% 400 кг/м<sup>3</sup>, одержимо

$$V = \frac{8750}{400} = 21,88 \text{ м}^3.$$

Вважаючи тривалість підсушування торфу в бункері, на підставі дослідних даних підсушування у виробництві торфових ізоплит за 8 годин, одержимо необхідний об'єм бункера:

$$21,88 \cdot 8 \approx 175 \text{ м}^3.$$

Кількість підсушуючого топочного газу за годину при нормальних умовах:

$$17,6 \cdot 1945 = 34\,230 \text{ м}^3/\text{год.},$$

а при температурі входу в бункер:

$$\frac{34\,230 \cdot (273 + 150)}{273} = 65\,540 \text{ м}^3.$$



Кількість газу, що проходить за одну секунду:

$$\frac{65\,540}{3600} = 18,2 \text{ м}^3.$$

Вважаючи вільний переріз бункера в 25,0% при загальній площі в 20,0 м<sup>2</sup>, ми будемо мати таку швидкість проходження газу в бункері:

$$\frac{18,2}{20,0 \cdot 0,25} = 3,6 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

Димові гази протягуються в бункер димососом.

### 3. Швельшахти

Кількість швельшахт — 2, по одній на кожні грати. Ємність швельшахти визначаємо з розрахунку кількості підсушеного торфу, що надходить до швельшахти — 6805 кг/год. Час швелевання беремо в 2 години. Об'єм швельшахт дорівнюватиме:

$$\frac{6805 \cdot 2}{375} = 35,0 \text{ м}^3,$$

де 375 — вага 1 м<sup>3</sup> підсушеного торфу.

А що швелевання провадимо в двох швельшахтах, то об'єм кожної з них дорівнюватиме:

$$V = \frac{35,0}{2} = 17,5 \text{ м}^3.$$

Розміри швельшахти беремо так: ширина — 2200 мм, висота — 6000 мм; бічні розміри: вгорі — 2200 мм, внизу — 1000 мм.

Щоб усунути явища потрапляння повітря в швелеру шахту і досягти можливої непроникності, наповнюють швельшахту торфом через завантажувальну злагоду з регулюючим приладом; у нижній частині біля топочного простору швелера шахта закінчується пересувною пластинкою, з допомогою якої регулюється висота шару полукоксу на колосникових гратах.

Щоб зменшити вплив ваги стовпа торфу на ланцюгові грати, є допоміжні грати.

#### Розрахунок процесів у швельшахті

При перерізі шахти близько 2 м<sup>2</sup> унизу і витраті на одну швельшахту 3475 кг/год. торфу напруження шахти дорівнюватиме:

$$\frac{4375}{2} = 2200 \text{ кг/м}^2 \text{ год.}$$

Швидкість пересування торфу в швельшахті, беручи вагу 1 м<sup>3</sup> торфу з 30% вологістю в 400 кг, дорівнюватиме:

$$\frac{2200}{400} = 5,5 \text{ м/год.}$$

Кількість тепла, необхідного для швелевання 1 кг торфу, визначимо так.

Для швелевання тепло одержуємо від газів, взятих з топки. Крім того, в наслідок припливу повітря до швельшахти частина палива згорає безпосередньо.



За даними Гердеса в середньому в мішаному швельгазі (опалювальний газ + газ сухої перегонки) містилося 60% азоту і склад його був такий:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &= 18,1\% \\ \text{C}_m\text{H}_n &= 1,5\% \\ \text{CO} &= 9,5\% \\ \text{H}_2 &= 8,4\% \\ \text{C}_2\text{H}_6 &= 0,4\% \\ \text{CH}_4 &= 2,0\% \\ \text{N}_2 &= 60,1\% \\ Q_n &= 957 \text{ кал/м}^3 \\ \lambda_3 &= 1,27 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

Припускаючи, що кисень, введений разом з азотом повітря, повнотою згорає в  $\text{CO}_2$ , і не зважаючи на згорання водню брикетів, матимемо, що для буровугільних брикетів кількість дистиляційних газів, що містяться в  $1 \text{ м}^3$  змішаного швельгазу, дорівнюватиме:

$$1 - \frac{\text{N}_2}{79} = 1 - \frac{60,1}{79} = 0,24 \text{ м}^3/\text{м}^3.$$

Вихід омиваючого газу —  $1 \text{ м}^3/\text{кг}$ .

Вагова частина чистого дистиляційного газу дорівнюватиме:

$$\lambda_3 = \frac{\text{N}_2 \cdot 1,293}{79} = 1,27 - \frac{60,1 \cdot 1,293}{79} = 0,29 \text{ кг/кг}.$$

Для торфу вихід газу сухої перегонки повинен бути приблизно такої самої величини.

Розрахунок процесів швелювання торфу у швельшахті робимо так само, як роблять для швельшахт газогенераторів, бо умови роботи аналогічні.

Розрахунок наводимо за ваговим методом для 100 кг торфу за Доброхотвим.

Беручи до уваги, що у швельшахту потрапляє торф, перед тим висушений у бункері, з вологістю в 10%, ми одержимо такий склад торфу в кг/мол.:

$$\begin{aligned} \text{C}^p &= 56,4 \cdot 0,81 = 45,68 : 12 = 3,807 \text{ кг/мол.} \\ \text{H}^p &= 5,6 \cdot 0,81 = 4,54 : 2 = 2,270 \text{ " " } \\ \text{O}^p &= 35,3 \cdot 0,81 = 28,59 : 32 = 0,893 \text{ " " } \\ \text{N}^p &= 2,2 \cdot 0,81 = 1,78 : 28 = 0,063 \text{ " " } \\ \text{A}^p &= 10,0 \cdot 0,9 = 9,0 \\ \text{W}^p &= 10,0 : 18 = 0,555 \text{ кг/мол.} \end{aligned}$$

### Склад продуктів сухого розкладу торфу

При нормальній роботі в швельшахті на утворення води витрачається приблизно 50% усього кисню торфу. Отже, маємо:

1. Вода —  $\text{H}_2\text{O}$ . Утворюється за рахунок 50% усього кисню торфу.

Витрата: кисню .  $0,893 : 2 = 0,446 \text{ кг/мол.}$

водню . . . . .  $0,893 \text{ " "}$

Утворилося води:  $0,555 + 0,893 = 1,448 \text{ кг/мол.}$

2. Карбонатна кислота —  $\text{CO}_2$ . Чим кислотніший характер палива, тим більша частина кисню переходить при сухій перегонці в карбонатну кислоту. Для торфу в  $\text{CO}_2$  іде 40% усього кисню.

Витрата: кисню . . .  $0,893 \cdot 0,4 = 0,357 \text{ кг/мол.}$

вуглецю . . . . .  $0,357 \text{ " "}$

вуглець II-оксид . . .  $0,357 \text{ " "}$

3. Метан —  $\text{CH}_4$ . Згідно з правилом процент кисню, що приєднується до карбонатної кислоти, плюс процент водню, що приєднується до метану, дорівнює постійній величині для всіх сортів палива — приблизно 45%.



Кількість  $H_2$ , що переходить в  $CH_4$ , дорівнює  $45 - 40 = 5\%$  усього водню.

Витрата: водню . . . . .  $2,27 \cdot 0,05 = 0,113$  кг/мол.  
вуглецю . . . . .  $0,056$  кг/мол.  
утворення метану . . . . .  $0,056$  кг/мол.

4. Етилен —  $C_2H_4$ . Утворюється за рахунок  $5\%$  усього водню.

Витрата: водню . . . . .  $0,113$  кг/мол.  
вуглецю . . . . .  $0,113$  " "  
утворилося етилену .  $0,056$  " "

5. Торфовий дьоготь. Торфовий дьоготь має такий середній склад:

$C = 76\%$        $H = 9\%$   
 $O = 13\%$       $N = 2\%$

Вихід торфового дьогтю (беручи для робочого торфу з  $30\%$  вологістю  $7\%$ ) при торфі з  $10\%$  вологістю дорівнюватиме:

$$\frac{7 \cdot 100}{80} = 8,75 \text{ кг.}$$

Витрата вуглецю .  $8,75 \cdot 0,76 = 6,650$  кг :  $12 = 0,554$  кг/мол.  
" водню . .  $8,75 \cdot 0,09 = 0,788$  кг :  $2 = 0,394$  " "  
" кисню . .  $8,75 \cdot 0,13 = 0,137$  кг :  $32 = 0,035$  " "  
" азоту . .  $8,75 \cdot 0,02 = 0,175$  кг :  $28 = 0,006$  " "

6. Ацетатна кислота —  $CH_3COOH$ . Утворення ацетатної кислоти відбувається за рахунок  $1,76\%$  вуглецю,  $3,67\%$  водню і  $3,78\%$  кисню, що є в складі торфу.

Витрата: вуглецю . . .  $35,53 \cdot 0,0176 = 0,625$  кг  
водню . . .  $3,53 \cdot 0,0367 = 0,130$  "  
кисню . . .  $22,23 \cdot 0,0378 = 0,840$  "

Утворилося ацетатної кислоти:

$$0,625 + 0,130 + 0,840 = 1,596 \text{ кг}$$

в кг/мол:

вуглецю .  $0,625 : 12 = 0,052$  кг/мол.  
водню . .  $0,130 : 2 = 0,065$  " "  
кисню . .  $0,840 : 32 = 0,026$  " "

7. Азот —  $N_2$ . Виділяється з торфу частково у вигляді газуватого азоту ( $N_2$ ) і частково у вигляді амоніаку ( $NH_3$ ).

Для простоти беремо, що весь вільний азот при газоутворенні залишається у вигляді вільного азоту.

Надходження . . . . .  $0,063$  кг/мол.  
Витрата на утворення смоли .  $0,006$  кг/мол.  
Вільний азот . . . . .  $0,57$  кг/мол.

8. Водень —  $H_2$ . Водень, що залишився після утворення вищезазначених продуктів сухої перегонки, переходить у газ у вигляді вільного водню.

Вільного водню —  $2270 - (0,893 + 0,113 + 0,113 + 0,394) = 0,692$  кг/мол.

9. Вуглець II-оксид —  $CO$ . Разом витрачено кисню на вищезазначені продукти:

$$0,446 + 0,357 + 0,035 + 0,026 = 0,864 \text{ кг/мол.}$$

Решта — вуглець II-оксид:

$$0,893 - 0,864 = 0,029 \text{ кг/мол.}$$

10. Полукокс. Вважаючи, що вміст вуглецю в золі становитиме  $8\%$  від ваги золи, втрата вуглецю в золі і шлаках дорівнюватиме:

$$9 \cdot 0,08 = 0,72 \text{ кг}$$
$$0,72 : 12 = 0,06 \text{ кг/мол.}$$



Разом витрачено вуглецю:

$$0,357 + 0,056 + 0,113 + 0,554 + 0,052 + 0,040 + 0,06 = 1,178 \text{ кг/мол.}$$

Решта вуглецю згорає на ланцюгових ґратах у вигляді полукоксу:  
 $3,807 - 1,178 = 2,629 \text{ кг/мол.}$ , що становить:

$$\frac{2,629 \cdot 100}{3,807} = 69,0\% \text{ всього вуглецю торфу.}$$

На 100 кг торфу одержуємо такий газ:

Складові частини газу	Вологий газ		Сухий газ	
	кг/мол.	об'ємні %/о	кг/мол.	об'ємні %/о
CO <sub>2</sub>	0,357	13,3	0,357	28,7
CO	0,029	1,1	0,029	2,3
CH <sub>4</sub>	0,056	2,1	0,056	4,5
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,056	2,1	0,056	4,5
H <sub>2</sub>	0,692	25,6	0,692	56,4
N <sub>2</sub>	0,057	2,1	0,057	4,6
H <sub>2</sub> O	1,448	53,7	—	—
Разом .	2,695	100,0	1,247	100,0

Одержуємо вологого газу:  $2,695 \cdot 22,4 = 60,4 \text{ м}^3$ .

Вихід вологого газу =  $0,6 \text{ м}^3/\text{кг}$ .

Одержуємо сухого газу:

$$1,247 \cdot 22,4 = 27,9 \text{ м}^3.$$

Вихід сухого газу:  $\cong 0,28 \text{ м}^3/\text{кг}$ .

Теплотворна здатність газу: вологого

$$Q_n = \frac{68\,220 \cdot \text{CO} + 192\,400 \cdot \text{CH}_4 + 319\,000 \cdot \text{C}_2\text{H}_4 + 57\,810 \cdot \text{H}_2}{22,4 \cdot 100} =$$

$$= \frac{68\,220 \cdot 1,1 + 192\,400 \cdot 2,1 + 319\,000 \cdot 2,1 + 57\,810 \cdot 25,6}{22,4 \cdot 100} = 1170 \text{ кал/м}^3;$$

сухого

$$Q_n = \frac{68\,220 \cdot 2,3 + 192\,400 \cdot 4,5 + 319\,000 \cdot 4,5 + 57\,810 \cdot 55,4}{22,4 \cdot 100} = 2525 \text{ кал/м}^3.$$

Визначимо склад полукоксу, спалюваного на колосникових ґратах з балансу елементів:

Продукты швелевання	Елементи							Разом
	С	Н	О	Н	С	А	W	
Вихідний торф, що надходить у швельшахту	45,680	4,540	28,590	1,780	0,410	9,00	10,0	100,000
Швельгаз . . . . .	6,792	1,836	12,352	1,605	—	—	—	22,585
Торфовий дьоготь . . .	6,650	0,788	2,137	0,175	—	—	—	8,750
Апетатна кислота . . .	0,625	0,130	0,840	—	—	—	—	1,595
Підсмолова вода . . .	—	0,099	0,794	—	—	—	10,0	10,893
Разом . .	14,067	2,853	15,123	1,780	—	—	10,0	43,823
Полукок (по різниці) . .	31,613	1,687	13,461	—	0,410	9,00	—	56,177



### Елементарний склад одержаного полукоксу такий:

Склад	C	H	O+N	S	A	Разом
На суху масу . . . . .	56,3	3,00	23,97	0,73	16,0	100,0
На горючу масу . . . . .	67,0	3,63	28,50	0,87	—	100,0

У топку полукокс надходить у розжареному вигляді без води і дьогтю склад його знайдено вище.

Кількість полукоксу, що надходить на грати за годину, дорівнюватиме:

$$6802 \cdot 0,562 = 3825 \text{ кг/год.}$$

Ланцюгові грати. Вибирають з позонним дуттям (4 секції). Кут нахилу ланцюга —  $10^\circ$ ; є два полотнища. Ширина — 1900 мм. Віддаль між центрами — 5500 мм. Середня стінка топки — 2,5 цеглини. Живий переріз — 20,0%. Температура повітря для дуття — до  $180^\circ \text{C}$ .

Максимальне провисання ланцюга — 1420 мм.

Електромотор — 1,4 кіловата; число обертів  $n = 95\,000$  об./хвил.

Передтопок: виліт — 2400 мм.

Дзеркало горіння — 3,5 м.

### Розрахунок топочного простору

Витрата полукоксу — 3940 кг/год. Для казана  $N_k = 500 \text{ м}^2$  вище вибрали ланцюгові грати системи теплотехнічного інституту з двома полотнищами. Перевіряємо напруженість дзеркала горіння:

$$\frac{B}{R} = \frac{3940}{1,9 \cdot 3,5 \cdot 2} = 300 \text{ кг/м}^3 \text{ год.}, \text{ що для полукоксу є допускним.}$$

Теплове напруження топочного простору беремо за Грановським:

$$\frac{Q}{V} = 350\,000 \text{ кал./м}^3 \text{ /год.}$$

Звідси об'єм топочного простору знайдемо з формули:

$$350\,000 = \frac{Q_n^p \cdot B}{V} = \frac{Q \cdot B}{350\,000} = \frac{4586 \cdot 3940}{350\,000} \cong 52,0 \text{ м}^3.$$

Беручи орієнтовно  $h_m = 0,97$ , висоту топочного простору дістанемо з такого розрахунку:

$$h = \frac{Q_n^p \cdot h_m \cdot B}{\frac{Q}{V} \cdot R} = \frac{4586 \cdot 0,97 \cdot 3940}{350\,000 \cdot 12,0} = 4,2 \text{ м.}$$

### Розрахунок газопровода

Конденсаційна установка складається з скрубера — одного на два казани — і смоловідділювача — пелуза з розрахунку один на кожний казан.

Для швелелання в топці відбирається газ з температурою  $\cong 650^\circ \text{C}$ , що становить близько 10—20% усієї кількості топочних газів.

У швельшахті газ цей змішується з водяною парою і швельгазом. Сумішка ця відсмоктується в скрубержохлодильник, де водяна пара конденсується.



Для швелювання відбирається газ у кількості близько  $1 \text{ м}^3/\text{кг}$  торфу, вологого швелевого газу одержуємо (див. вище)  $0,6 \text{ м}^3/\text{кг}$ , а разом газу—  $1,6 \text{ м}^3/\text{кг}$ .

Годинна кількість газу, що надходить до скрубера:

$$7000 \cdot 1,6 = 11\,200 \text{ м}^3/\text{год (при } 0^\circ \text{ і } 760 \text{ мм)}.$$

Вважаючи, що температура газу після виходу з швельшахти дорівнюватиме  $t = 80^\circ \text{ С}$ , знайдемо дійсний об'єм газу, що виходить за годину:

$$v_t = v_o (1 + \alpha t) = 11\,200 \left( 1 + \frac{80}{273} \right) = 14\,480 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Секундний вихід газу:

$$\frac{14\,480}{3600} = 4,00 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

Коли взяти швидкість газу рівною  $3,0 \text{ м}^3/\text{сек}$ ., то діаметр газопроводу знайдемо з такого розрахунку:

$$F \cdot 3 = 4,00$$

$$0,785 \cdot d^2 = 1,333$$

$$d = \sqrt{1,61} = 1,267 \text{ м} = 1270 \text{ мм}.$$



## ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРА ПОВІТРЯНОГО ГАЗУ

На Україні газифікація торфу тепер набула розвитку покищо по лінії скляних і керамічної промисловості.

Сприятливе розміщення переважної частини державних і кооперативних скляних і керамічних заводів щодо торфових ресурсів робить цей перехід цілком здійснимим: майже кожний з цих заводів має поблизу себе одне або кілька торфовищ, що забезпечують завод торфом.

А оскільки характером технологічного процесу цього типу промисловість потребує газуватого палива, то ми бачимо поширення в ній газогенераторів, які працюють цілком на торфі або на дровах з домішкою торфу.

На ряді заводів невеликої потужності практично здійснимим і економічно доцільним методом газифікації вважається газифікація повітрям у шахтних газогенераторах без штучного дуття — в так званих самодувках.

Основною причиною поширення самодувних газогенераторів є простота будови і обслуговування їх. Нема потреби в кваліфікованій робочій силі.

Газогенератори ці дешеві, не потребують гостродефіцитних матеріалів.

Крім того, газогенератори з обертовими ґратами і з штучним дуттям потребують безперервної подачі енергії, а цього не можна здійснити в наслідок наявності на переважній частині цих заводів одного лише двигального агрегату.

Слід, звичайно, відмітити, що самодувні газогенератори мають ряд досить істотних хиб, нерівномірність у газоутворенні і непостійність складу газу, обмежена продуктивність, ручне шурування, особливо тяжке при многозольному паливі, і ін., але з усім цим миряться з вищезазначених міркувань.

Практична доцільність здійснення в ряді випадків примітивних газогенераторів підтверджується і закордонною практикою: поряд з газогенераторами механізованого типу за кордоном поширено шахтні газогенератори Сіменса<sup>1</sup>, Одельштерна<sup>2</sup>, Пінча<sup>3</sup> і ін., що працюють на різних видах палива.

Більшість існуючих торфових газогенераторів замінили собою дров'яні. Мова йде про необхідність переходу на торф або мішане паливо — дрова з домішкою торфу.

Звичайний тип дров'яного газогенератора показано на рис. 1.

Характерна особливість його — наявність простих колосникових ґрат з живим перерізом в 30—35%, висока шахта газогенератора в 5,5—6,0 м висоти і значних розмірів газозбірник, що досягає 75 і більше процентів загального об'єму шахти.

Звичайно 2—3 шахти сполучаються в одну батарею з одним газозбірником. На таких газогенераторах можливо працювати з домішкою торфу з тим, проте, щоб середня зольність паливного навантаження не перевищувала 8—9% на суху масу.

При великих завантаженнях торфу, особливо при низькотопній золі і крихкому торфі, процес газифікації сильно ускладнюється. У цьому

<sup>1</sup> H. Hermanns, „Gasgeneratoren und Gasfeuerungen“. Halle (Saale), 1924, S. 41—42.

<sup>2</sup> H. R. Trenkler, „Die Gaserzeuger“. Berlin, 1923, S. 161.

<sup>3</sup> F. Fischer, „Kraftgas“. Leipzig, 1921, S. 263.



випадку перевід на торф потребує встановлення нових газогенераторів з урахуванням умов тяги і горіння торфу, що змінюються.

Це насамперед стосується українського торфу — палива значно більш зольного, ніж торф інших районів Союзу, що дає помітний процент крихт і характеризується в значному числі випадків низькою температурою топлення золи.

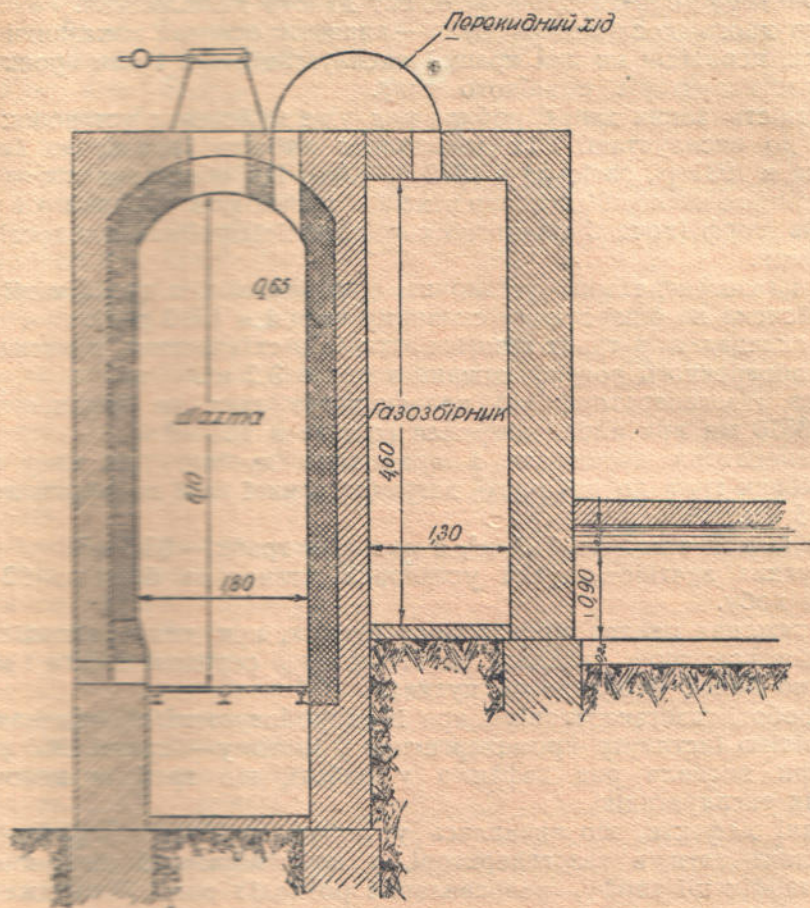


Рис. 1.

Основні моменти, на які доводиться звертати увагу при улаштуванні торфових газогенераторів „самодувок“ — це: 1) питання тяги і 2) забезпечення нормального ходу зони горіння.

Торф у шахті газогенератора розміщується гущішим шаром, ніж дрова. Цим утворюється великий опір ходу газифікації.

При природному дутті нормальний хід газогенератора може бути забезпечений утворенням великої тяги; для цього удаються до значного заглиблення шахти в ґрунт, що збільшує перепад температур і, отже, і підвищує тягу.

Чим більша різниця рівнів колосникових ґрат газогенератора і дзеркала печі, обслуговуваної газогенератором, тим краще умови роботи самодувки.

Більш або менш нормальний хід зони горіння в простих газогенераторах для палива підвищеної зольності і зниженої температури топлення золи забезпечується конструкцією колосникових ґрат. Ця конструкція



здійснюється або за типом східчастих ґрат (газогенератори Сіменса, Кейла<sup>1</sup>, Пінча, Одельштерна), похилих ґрат (Бішофа<sup>2</sup>) або за типом дахоподібних ґрат — дахрост (газогенератор Дуффа<sup>3</sup>) і ін.

Конструкція колосникових ґрат за останнім типом здійснена на ряді скелазаводів, що працюють задовільно на самому лише торфі. Одна з таких установок биківського скляного заводу (Київська область), що працює на більш зольному торфі, і стала за об'єкт даного дослідження.

Метою цього дослідження було — виявити основні показники роботи установки, необхідні як для кращої експлуатації, так і для проектування нових газогенераторів подібного типу.

Відсутність таких даних робила ряд уже здійснених установок непридатними до експлуатації і їх доводилося знімати (приміром, биківська установка в 1931 р., заліська в 1932 р. і ін.). Ця обставина поряд з наявністю великого числа об'єктів, що чекають переведення з дров'яного і рідкого палива на торф (хоча б тільки по самій Україні), робить такі дослідження необхідними.

Перша газогенераторна установка, призначена для газифікації торфу, була здійснена на биківському скляному заводі в 1930 році.

Вона складалася з трьох газогенераторів з східчастими колосниковими ґратами поперечного розрізу кожний з них в 3,2 м<sup>2</sup>.

Висота газогенератора від колосникових ґрат до верхнього склепіння — 3510 мм при площі дзеркала горіння в 1,19 м<sup>2</sup>.

Газогенератори працювали з природним дуттям, при чому віддаль колосникових ґрат до робочого дзеркала ванної печі по висоті дорівнювала 3185 мм.

Об'єм шахти становив 11,1 м<sup>3</sup>, а для всіх трьох — 33,3 м<sup>3</sup>.

Пропускна здатність усієї установки становила близько 22 тонни торфу на добу.

Завантаження палива провадилося руками, при чому розподіл торфу не регулювався; торф укладали здебільшого в середині шахти і меншою мірою — по боках, особливо по кутках.

При роботі газогенераторів і при їх випробовуванні, проведеному київською філією інституту променергетики у лютому—березні 1930 р., газогенератори виявили ряд дефектів у роботі, що зробили неможливим дальшу їх експлуатацію.

Основні дефекти, що виявились у роботі цих газогенераторів, такі: 1) недостача тяги в газогенераторі, а це створювало нерівномірність у ході газифікації торфу, неправильний розподіл зон і проходження частини торфу в середині газогенератора до колосникових ґрат негазифікованою; 2) невдале розміщення газозбірника щодо газогенератора і здійснення відводу газів до газозбірника у вигляді системи залізних клепанних труб, охолоджуваних навколишнім повітрям, це створювало передчасну конденсацію смоли в трубах і часте забивання їх товстим шаром смоли, яку важко видалити, особливо на початку газової комунікації.

Крім цього, виявився і ряд інших хиб: у наслідок невдалого здійснення східчастих ґрат і профіля нижньої частини газогенератора в зоні горіння створювалися підвищені температури, при яких зола перетворювалася на топкий шлак; треба було систематично прорізувати шлакову плінку для того, щоб був достатній доступ повітря, і ін.

Усе це, звичайно, не могло не відбитися на нормальній роботі заводу — для експлуатації установка була визнана за непридатну, її довелося переробляти, а в серпні 1934 р. вона була знесена і замінена новою, що існує і по теперішній час (рис. 2).

<sup>1</sup> Hermanns, S. 43.

<sup>2</sup> Trenkler, S. 140.

<sup>3</sup> Trenkler, S. 170.



Наново здійснена установка складалася тільки з двох шахт; шахти — цегляні, прямокутного перерізу, сполучені в одне ціле з газозбірником, що безпосередньо прилягає до шахт.

Розміри шахт: висота середня — 4300 мм, переріз — 4,6 м<sup>2</sup>, об'єм — 19,7 м<sup>3</sup>, об'єм газозбірника 21 м<sup>3</sup>. Відношення об'єму газозбірника до загального об'єму шахт 53,5%.

Унизу кожної шахти розміщувалися дахоподібні конуснікові ґрати, а на віддалі 180 мм від них у кладці газогенератора з фронту його і з протилежного боку було зроблене склепіння відповідно до форми ґрат.

У наслідок розташування обох шахт на деякій віддалі одна від однієї і наявності бічних шурувальних вікон був забезпечений доступ до обох газогенераторів з усіх чотирьох боків.

Зверху газогенераторів розміщувались: завантажувальні коробки звичайного типу — на одному циліндричному, а на другому — прямокутного перерізу.

Завантажувальні коробки з двома затворами: верхній у вигляді горизонтальної кришки — гідравлічний, нижній — конусоподібної форми, що регулює розподіл палива в шахті.

Завантаження палива періодичне, руками, без доступу повітря (завдяки наявності двох затворів).

Для міцності кладка газозбірника сполучалася анкерними кріпленнями, а у внутрішній частині шахт було зроблено вогнетривке хутрування.

Відведення газів з газогенераторів до газозбірника здійснювалося з допомогою зрізаного циліндричного газовідводу з гідравлічним затвором, так званого перекидного 'ходу.

Порівнюючи з внутрішнім газовідводом, перекидний хід давав такі переваги:

- 1) зручність щодо чищення газозбірника;

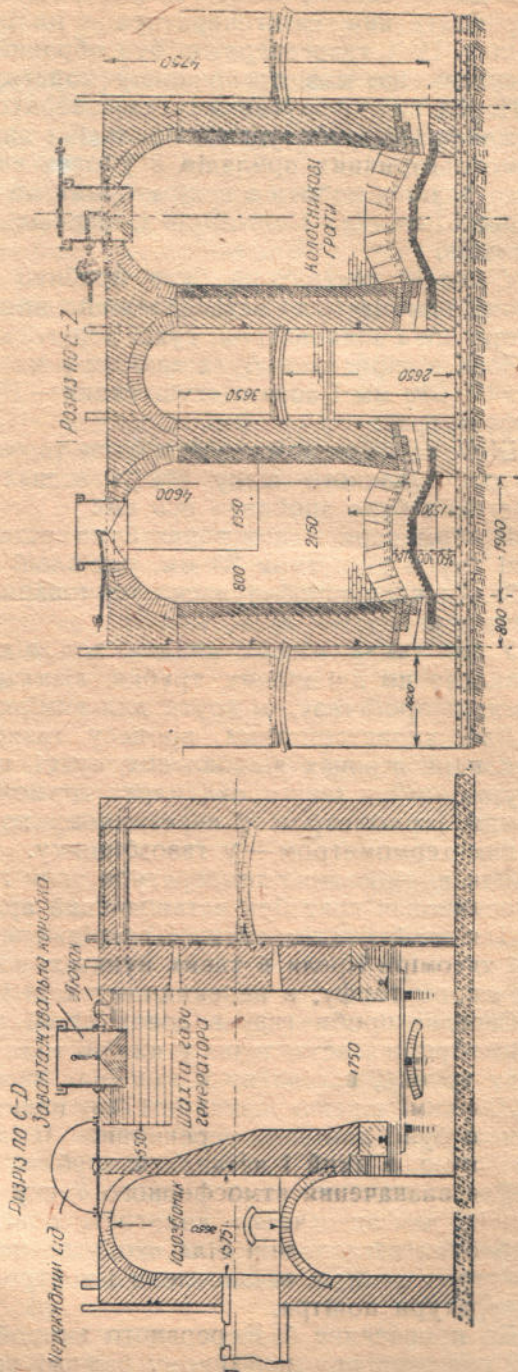


Рис. 2.



- 2) можливість швидко виключати газогенератори на випадок аварії;
- 3) можливість провадити ремонт однієї шахти при роботі другої.

З двох наявних шахт генераторної установки заводу було проведено випробовування газогенератора з циліндричною завантажувальною коробкою. Цей газогенератор був обраний як об'єкт випробовування з тих міркувань, що мав досконалішу конструкцію завантажувальної коробки.

Перед випробовуванням газогенераторів відбувалося попереднє налагодження і випробовування приладів і апаратури, була перевірена робота термоелектричних приладів в умовах випробовування, встановлена остаточна техніка роботи з аспіраторами по відбору газів, перевірена робота трубок Прандтля і тягомірів і, нарешті, були конкретно намічені місця приладів.

У кладці генератора було пробито отвори і з допомогою температурних вимірів було встановлено по висоті шару торфу в шахті газогенератора зони відновлення, сухої перегонки і підсушування.

Зона відновлення була знайдена на віддалі 500 мм, зона сухої перегонки — 650 мм і зона підсушування — 1050 мм від верхнього рівня колосникових грат.

Щоб усунути можливий прогин термопар під впливом високих температур і рухливого шару торфу в шахті, в зонах відновлення і сухої перегонки було зроблено ось що:

- 1) термопари в цих зонах були встановлені в спеціальні гільзи — залізні труби діаметром 38 мм, укріплені в кладці шахти;
- 2) під час випробовування термопари поверталися на 180° через кожні півгодини.

У тих самих місцях кладки зон відновлення і сухої перегонки було вставлено по дві мідних трубки діаметром 7 мм — одна для відбирання середніх проб газу, а друга для вимірювання тиску тяги.

Для характеристики процесу газифікації торфу було встановлено термопари в зонах відновлення, сухої перегонки і підсушування. Температурні виміри газу провадилися термопарою над шаром торфу, лабораторним термометром у перекидному ході і термопарою разом з лабораторним термометром — у газозбірнику.

Для вимірювання температури зони горіння внизу газогенератора біля колосникових грат був встановлений ардометр.

Для вимірювання тиску і розрідження по ходу процесу були встановлені тягоміри Креля в таких пунктах: в зоні відновлення, сухої перегонки, над шаром торфу, в перекидному ході і в газозбірнику.

Середні проби газу в зонах сухої перегонки і відновлення робили аспіраторами з вставлених у кладці мідних трубок; а готовий газ — через мідну трубку, вставлену в лок біля завантажувальної коробки.

Для вимірювання швидкості газу пневмометром Прандтля найзручнішою точкою було намічено перекидний хід, для цього в ньому було просвердлено отвір, в який і вставляли трубку.

Для визначення атмосферного тиску встановили пружинний барометр-анероїд, для визначення вологості повітря — психрометр Августа. І той і той були встановлені біля входу до колосникових грат газогенераторів.

У тому ж місці встановлено і контрольний термометр для вимірювання температури повітря.

До проведення безперервного випробовування газогенератора взялися з 12 год. дня при звичайному режимі установки.

Запасів торфу на заводі не було, а тому торф підводами підвозили по естокаді на завантажувальний майданчик безпосередньо з болота. Під час випробовування робили кількісний облік підвід з кожної торфорозробки зокрема, оскільки торф їх своїми властивостями значно відрізнявся один від одного.



Для точного обліку торфу, завантажуваного в газогенератор, були поставлені біля завантажувального майданчика десяткові терези, на них було таровано завантажувальний ящик. Торф у газогенератор завантажували з допомогою ящика з постійною вагою нетто торфу 50 кг. Отже, був точний облік палива.

Перед початком і наприкінці випробовування вимірювали висоту шару торфу в шахті.

Для середньої проби торфу брали весь час від кожного завантаженого ящика по цеглині.

Золи й шлаки брали і зважували позмінно. Середні проби торфу, золи і шлаків були розроблені і відібрані згідно з інструкціями по добору проб, при чому разом було відібрано по три проби торфу, золи і шлаків (на кожні 8 годин).

Проби були вміщені в паяні желязні банки з твердими кришками, залитими менделеевською замазкою.

Крім того, були відібрані окремі цеглини характерного торфу з кожної торфорозробки.

Записи температур у зонах газогенератора, газу над шаром торфу, в перекидному ході і в газозбірнику провадилися через кожні 15 хвилин.

Виміри ардометром температури зони горіння фіксувалися через кожні дві години.

Проби газу в зонах сухої перегонки і відновлення брали аспіраторами через кожні дві години, а готовий газ брали щогодини.

Відбирувані аспіратором середні проби переміщували в міцні гумові камери з затискачами Гофмана ємністю близько двох літрів, при чому найпильнішу увагу було приділено як доборові середніх проб газу, так і переміщенню газу в камери (для витіснення повітря з камер вони промивалися 4—5 разів газом і тільки після цього вже наповнювалися ним).

Щоб нормально провести роботу під час безперервного випробовування, пильного спостереження за показами приладів і апаратури, добору середніх проб газу, аналіз газу був проведений в дальші два дні після випробовування.

Аналіз газу робили в апаратах Норзе, при чому вода напірних склянок і циліндрів була перед цим насичена газом.

При проведенні аналізів особливу увагу було приділено повноті допалювання.

Виміри швидкостей трубкою Прандтля через забивання отворів трубки осілою смолою і невеличкі швидкості газу, що не відзначалися в зв'язку з недостатньою чутливістю прилада при таких невеличких швидкостях, проведені були нерегулярно, приблизно через кожні 2—3 години.

Фіксація показів тягоміра Креля провадилася періодично. Барометричний тиск за анероїдом, покази психрометра Августа і температури зовнішнього повітря записувалися через кожні 30 хвилин.

Нарешті, температура повітря, що надходила на колосники, фіксувалася через кожну півгодину.

Торф протягом випробовування газогенератора подавався з болота Банькове в кількості 60% і з болота Корчик у кількості 40% усього завантажуваного в газогенератор торфу.

Основні дані, що характеризують ці торфи, такі:

Торф з болота Корчик ботанічним складом — осоково-очеретяний з домішкою сфагнових решток; ступінь розкладу — 40—50%.

Дані аналізів збігаються з великим числом досліджень, виконаних геоботанічною секцією Укрінсторфу в 1932 р.

Торф з болота Банькове: ботанічний склад — пушицево-сфагновий з вмістом 65% сфагнових мохів; ступінь розкладу — 50—60%.



За час випробовування витрачено торфу:

Таблиця 1

Показники	1 зміна —	2 зміна —	3 зміна —	За добу
	з 12 год. дня до 8 г. вечора	з 8 год. веч. до 4 г. ранку	з 4 г. ранку до 12 год. дня	
Кількість у кг . . . . .	4500	3940	3525	11 965
Вологість у %/о . . . . .	28,22	23,01	30,82	27,27

Вологість торфу в графі (за добу) взята середньо-зважена. Середня витрата робочого торфу за 1 годину випробовування 498,5 кг. Середнє напруження колосникових ґрат за добу:

$$\frac{11\,965}{24 \cdot 3,61} = 138 \text{ кг/м}^2/\text{год.}$$

Торф на підставі аналізів середніх проб характеризується такими даними:

Таблиця 2

Складова частина	Середній склад торфу в %/о	Складова частина	Середній склад торфу в %/о
Абсолютно суха маса торфу		Робоче паливо	5688
Вміст вуглецю $C^c$ . . . . .	50,15	Вміст вуглецю $C^p$ . . . . .	
„ водню $H_2^c$ . . . . .	7,10	„ водню $H_2^p$ . . . . .	36,47
„ легкої сірки $S^c$ . . . . .	0,14	„ сірки $S^p$ . . . . .	5,17
„ азоту $N_2^c$ . . . . .	2,04	„ азоту $N_2^p$ . . . . .	0,10
„ кисню $O_2^c$ . . . . .	26,56	„ кисню $O_2^p$ . . . . .	1,48
„ золи $A^c$ . . . . .	14,01	„ золи $A^p$ . . . . .	19,32
	<u>100,00</u>	„ вологи $W^p$ . . . . .	10,19
Вихід летких речовин . . . . .	56,5	Теплотворна здатність $Q_c^c$ кал./кг	<u>27,27</u>
Теплотворна здатність $Q_c^c$ кал./кг .	6615		<u>100,00</u>

Найвищу теплотворну здатність робочого торфу обчислюємо за формулою:

$$Q_s^p = Q_c^c \frac{100 - W^p}{100} - 15 \frac{100(A^p + N_2^p)}{100} - 23 \cdot S^p =$$

$$= 5686 \cdot \frac{100 - 27,27}{100} - 15 \frac{100(10,19 + 1,48)}{100} - 23 \cdot 0,1 = 3960 \text{ кал.}$$

Як бачимо з даних аналізу, торф мав нормальну вологість 27,27% і зольність 14,01% на суху масу та високу теплотворну здатність робочого торфу.

Кількість смоли, що утворюється в процесі газифікації і потрапляє в газозбірник і в газоходи, беручи до уваги конструкцію газогенератора (відсутність швелевої шахти і ін.), беремо в 4% за вагою робочого торфу.

Склад смоли, за даними Укрінсторфу, беремо:

C — 79,3%
H — 7,4 „
O — 12,7 „
N — 0,4 „
S — 0,2 „
<u>100,0%</u>

Середня теплотворна здатність смоли 8555 кал.

Зола і шлаки характеризуються такою таблицею (див. табл. 3).







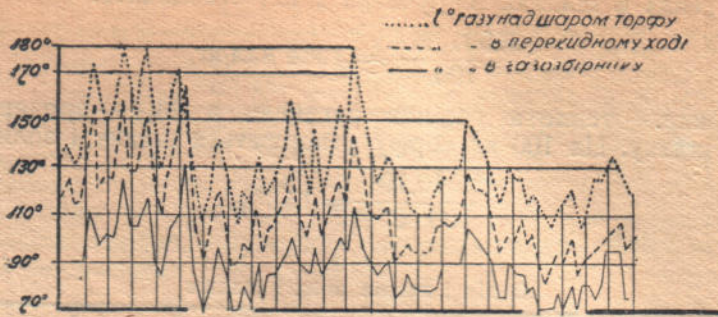


Рис. 3—1.

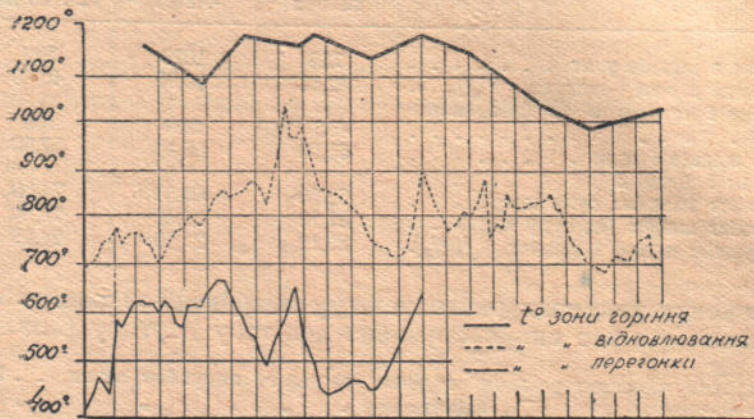


Рис. 3—2.



Рис. 3—3.



Рис. 3—4.



Рис. 3—5.



## Середній склад газу по окремих зонах газифікації

Зона	Об'ємний склад газу						N <sub>2</sub> (за різницею)
	CO <sub>2</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>	O <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	CH <sub>2</sub>	
Зона відновлення . . . . .	2,3	—	5,5	14,2	5,2	12,4	60,4
Зона суцільного перегонки . . . . .	1,5	0,1	6,0	10,3	1,0	3,6	77,5

Теплопровідність газу  $Q_g$  і  $Q_n$  обчислюємо за формулою, прийнятою комісією по промислових печах:

$$Q_g \text{ газу} = 30,4 \text{ CO} + 30,6 \text{ H}_2 + 94,9 \text{ CH}_4 + 165 \text{ C}_m\text{H}_n$$

$$Q_n \text{ газу} = 30,4 \text{ CO} + 25,8 \text{ H}_2 + 85,3 \text{ CH}_4 - 142,16 \text{ C}_m\text{H}_n$$

Теплотворна здатність середнього складу газу:

$Q_g = 30,4 \cdot 18,62 = 565,44$	$Q_g = 30,40 \cdot 18,6 = 565,44$
$30,6 \cdot 8,30 = 253,94$	$25,80 \cdot 8,3 = 214,14$
$94,9 \cdot 7,30 = 692,77$	$85,30 \cdot 7,3 = 622,69$
$165,0 \cdot 0,30 = 49,50$	$142,16 \cdot 0,3 = 42,65$
1562 кал.	1445 кал.

Дані дослідження позначені на графіку (див. рис. 3).

Середня температура навколишнього повітря за час випробовування . . . . .	18,2°
Середній барометричний тиск . . . . .	740 мм
Середня відносна вологість повітря . . . . .	68%
Середня абсолютна вологість повітря . . . . .	10,6 мм

Абсолютна вологість повітря в 10,6 мм ртутного стовпа і відносна—68% відповідають вмістові води в 0,0091 кг на 1 кг повітря, а вага повітря, що вводиться, на 100 кг торфу (див. табл. 5) дорівнює 168,3 кг. Звідси вологи в повітрі— $0,0091 \cdot 168,3 = 1,53$  кг.

При виведенні середніх показників барометра і термометрів психрометра було взято до уваги поправки, одержані в наслідок перевірки приладів з приладами—еталонами.

Середня швидкість газу дорівнює:

$$\frac{119,65 \cdot 229,17^1}{24 \cdot 3600} = \frac{27420}{86400} = 0,32 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

При таких невеликих швидкостях, як було зазначено вище, трубка Прандтля виявляється нечутливою.

Проте, в окремі періоди інтенсивного перебігу процесу газифікації пневмометр показує середній гідродинамічний тиск  $h$  від 0,4 до 8 мм водяного стовпа, а це при температурі газу в 111° і обчисленій вазі газу ( $\gamma$ ) від 0,76 до 0,80 давало швидкості від 3,2 до 15,0 м<sup>3</sup> за секунду.

## Матеріальний баланс газифікації

(Розрахунок на 100 кг робочого торфу).

Вуглець: а) надходить до газогенератора на 100 кг торфу, що містить 36,47% С—36,47 кг;

б) виходить з газогенератора з смолою, що містить у собі 79,3% С  
 $0,793 \cdot 4 = 3,17$  кг С;

в) міститься в золі і шлаках 23,4%

$$\frac{23,4 \cdot 1486}{11965} = 2,91 \text{ кг С.}$$

Разом втрат 6,08 кг С.

<sup>1</sup> Див. нижче.



На одержання газогенераторного газу залишається:  $36,47 - 6,08 = 30,39$  кг С.  
В усіх складових компонентах газу в  $100 \text{ м}^3$  міститься вуглецю:

$$\frac{12}{22,41} (4,8 + 18,6 + 7,3 + 0,3 \cdot 2) = \frac{12 \cdot 31,3}{22,41} = 16,7 \text{ кг С.}$$

Сухого газу в  $100 \text{ кг}$  торфу одержують  $\frac{30,39 \cdot 100}{16,7} = 182 \text{ м}^3$ .

З  $1 \text{ кг}$  торфу одержали газу  $1,82 \text{ м}^3$ .

З  $1 \text{ кг}$  вуглецю утворюється газу  $\frac{100}{16,7} = 6,0 \text{ м}^3$ .

Водень: а) надходить до газогенератора з  $100 \text{ кг}$  торфу з вмістом  $5,17\%$   $\text{H}_2$  —  $5,17 \text{ кг H}_2$ ;

б) виходить з газогенератора:

з смолою, що містить у собі  $7,4\%$   $\text{H}_2$   $0,074 = 0,30 \text{ кг}$

з газом у вигляді  $\text{H}_2$  —  $\frac{2,016}{22,41} \cdot 8,3 \cdot 1,82 = 1,36$

$\text{CH}_4$  —  $\frac{2,016 \cdot 7,32 \cdot 1,82}{22,41} = 2,39$

$\text{C}_m\text{H}_n$  —  $\frac{2,016 \cdot 0,32 \cdot 1,82}{22,4} = 0,1$

Разом  $4,15 \text{ кг}$

У сухому газогенераторному газі міститься водню

$$4,15 \text{ кг} - 0,3 = 3,85 \text{ кг.}$$

А разом водню, що йде на газифікацію, маємо:

$$5,17 - 0,30 = 4,87 \text{ кг.}$$

На утворення вологи йде:

$$4,87 - 3,85 = 1,02 \text{ кг H}_2.$$

Для одержання води цей водень потребує кисню

$$\frac{16}{2,016} \cdot 1,02 = 8,10 \text{ кг.}$$

Азот. З  $100 \text{ кг}$  торфу до газогенератора надходить з вмістом  $1,48\%$   $\text{N}_2$   $1,48 \text{ кг}$ .

Виходить з газогенератора разом з сухим газом

$$\frac{28,02}{22,41} \cdot 57,4 \cdot 1,82 = 130,58 \text{ кг.}$$

Виходить з газогенератора разом з смолою  $0,4\%$

$$\frac{28,02}{22,41} \cdot 0,004 = 0,005 \text{ кг.}$$

Надходить азоту до газогенератора разом з повітрям

$$130,58 - (1,48 - 0,2) = 129,3 \text{ кг.}$$

З цією кількістю азоту до газогенератора надходить кисню

$$\frac{129,3 \cdot 23,2}{76,8} = 39,0 \text{ кг.}$$

Кисень. Надходить до газогенератора на  $100 \text{ кг}$  торфу з вмістом  $19,32\%$ .

Надходить з повітрям  $\frac{19,32 \text{ кг}}{39,00 \text{ „}}$

Разом  $58,32 \text{ кг}$

Виходить з газогенератора  $\text{O}_2$  в смолі  $12,7\%$

$0,127,4 \dots \dots \dots 0,50 \text{ кг.}$



Сухий газ містить у собі кисень у вигляді  $\text{CO}_2$  і  $\text{CO}$

$$\frac{32(4,8 + 0,5 \cdot 18,6)}{22,41} \cdot 1,82 = 36,70 \text{ кг.}$$

Міститься залишкового кисню в газі

$$\frac{32 \cdot 3,3 \cdot 1,82}{22,41} = 8,59$$

Разом 45,79 кг  $\text{O}_2$

Розподіл окремих елементів робочого торфу при газифікації показано нижче на таблиці 6.

Таблиця 6

Назва елементів	В 100 кг торфу в кг	У смолі кг	У золі і шлаках кг	Залишається на газоутворення
P	36,47	3,17	2,91	30,39
HP	5,17	0,30	—	4,87
$\text{O}_2$	19,32	0,50	—	18,82
$\frac{P}{2}$	1,48	0,20	—	1,28
SP	0,10	—	0,10	—
p	10,19	—	10,19	—
WP	27,27	—	—	27,27
Разом	100,00	4,70	13,20	82,63

Нарешті зведення загального матеріального балансу газифікації подано на таблиці 7.

Таблиця 7

Матеріальний баланс газифікації

Надходить	C	H	O	N	Разом
З торфом (абсолютно сухим)	30,39	4,87	18,82	1,28	54,34
З повітрям	—	—	39,00	129,30	168,30
На одержання сухого газу	30,39	4,87	57,82	130,58	223,66
витрачається	30,39	2,85	45,79	130,58	210,61
На утворення води	—	1,02	8,10	—	9,12
Непов'язання	—	—	3,93	—	3,93
	30,39	4,87	57,82	130,58	223,66

Загальна кількість вологості в газі дорівнює вологості торфу плюс вода пірогенетична, одержувана при газоутворенні, плюс вологість повітря, що надійшло до газогенератора. Отже, при газифікації 100 кг торфу разом матимемо води:

$$27,27 + 9,12 + 1,53 = 37,92 \text{ кг водяної пари.}$$

Процентний вміст води в газі за вагою дорівнює:

$$\frac{37,94}{223,66 + 37,92 - 9,12} = 15,02\%$$

Об'ємний вміст у газі:

$$\frac{39,92 \cdot 22,41}{18,016} = 47,1 \text{ м}^3$$



а в процентах:

$$\frac{47,17}{182 + 47,17} = \frac{47,17}{229,17} = 20,58\%$$

Вихід вологого газу з 100 кг:  $182 + 47,17 = 229,17 \text{ м}^3$ .

Продуктивність газогенератора (однієї шахти):

на робочий торф — 11 965 кг на добу

на сухий газ — 21 666 м<sup>3</sup>

на вологий газ — 27 420 м<sup>3</sup>.

Таблиця 8

Тепловий баланс газогенератора  
(на 100 кг торфу)

С т а т т і	Калорії	%/о
Прибуток		
1. Теплотворна здатність торфу $3960 \cdot 100$ . . . . .	396 000	99,83
2. Внесено повітрям $1,68 \cdot 3 \cdot 0,232 + 18,2$ . . . . .	711	0,17
Разом . . .	396 711	100,00
Видатки		
1. Хемічна теплота газу $1445 \cdot 182$ . . . . .	262 990	66,29
2. Фізична теплота газу $182 \cdot 0,336 \cdot 111$ . . . . .	6 788	1,71
3. Хемічна і фізична теплота смоли $4 (8556 + 0,4 \cdot 111)$ . . . . .	34 400	8,67
4. Тепловміст водяної пари в газі $37,92 (598,6 + 0,371 \cdot 111)$ . . . . .	24 261	6,12
5. Хемічна і фізична теплота золи і шлаків $13,3 (18 + 0,3 \cdot 700)$ . . . . .	37 850	7,02
6. Тепловипромінювання (за різницею) . . . . .	40 422	10,19
Разом . . .	396 711	100,00

Коефіцієнт корисної дії газогенератора

Загальний  $\frac{262\,990 \cdot 100}{396\,000} = 66,42\%$

Термічний  $\frac{(262\,990 + 4 \cdot 8576) \cdot 100}{396\,000} = 75,05\%$

ВИСНОВКИ

Аналізуючи наслідки проведеного дослідження газогенератора, можна констатувати ось що.

Торфовий газогенератор з дахоподібними колосниковими ґратами, що на биківському скляному заводі як своєю конструкцією, так і експлуатаційними показниками є дальшим кроком у розвитку цього типу газогенераторів.

Через ряд конструктивних переваг, порівнюючи з попереднім типом газогенератора (зниження рівня колосникових ґрат на 1200 мм, колосникові ґрати типу „дахрост“, введення перекидного ходу, дзвоноподібний нижній затвор завантажувальної коробки і ін.), ми маємо вищі технічні показники його роботи. Це видно з такого зіставлення (див. табл. 9).

Завдяки стійкішому режимові газифікації, меншому шлакуванню золи (а цьому сприяє і наявність ґрунтових вод під колосниковими ґратами), досягається велика надійність і безперебійність роботи установки.

Напруження колосникових ґрат значно збільшується, разом з тим прискорюється як тривалість газифікації, так і загальна продуктивність шахти.



Таблиця 9

Показники	Дані нашого дослідження	Дослідження інституту променергетики старої конструкції	Показники	Дані нашого дослідження	Дослідження інституту променергетики старої конструкції
1. Середня вологість торфу, призначеного на газифікацію (Ас) . . .	14,01	11,19	3. Напруження колосникових ґрат $\text{кг/м}^2/\text{год}$ .	138	96
2. Температура в зонах (у градусах С):			4. % шлаків у загальній кількості золи і шлаків	34,2	дуже багато
горілка . . . . .	1125	немає даних	5. Вміст вуглецю в золі і шлаках у %/о/о . . .	23,4	38,3
відновлення—середи . . . . .	835	827	6. Теплотворна здатність газу $Q_n^p$ у $\text{кал/м}^3$ . . .	1445	1430
нижня . . . . .	1025	983	7. Вихід сухого газу з 1 кг торфу . . . . .	1,82	1,68
нижня . . . . .	718	519	8. Продуктивність газогенератора (однієї шахти) в $\text{м}^3$ на добу .	21 666	12 195
сухої перегонки—середи . . . . .	575	205	9. Коефіцієнт газифікації	66,4%	64,5%
підсушування—середи . . . . .	225	126			

З погляду теплового треба відмітити значний вихід сухого газу з робочого торфу, менші (хоча ще й значні) провали з горючим в шлаках. Це дає підвищення загального коефіцієнта корисної дії газогенератора до 66,4%.

У дійсності цей коефіцієнт очевидно вище за рахунок часткового згорання в ванній печі суспензованої в газі смоли. Проте, взяти на облік цю кількість нема змоги. Дальше збільшення коефіцієнта корисної дії газогенератора можливе за рахунок зменшення провалів з шлаками, використання хемічної і фізичної теплоти смоли через створення умов її крекування.

Щождо втрат на тепловипромінювання, то тут навряд чи можливе зниження їх у зв'язку з ізолюванням розташуванням шахт і наявністю шурувальних вікон з усіх чотирьох боків шахти. Така побудова дає змогу порівнюючи легко видаляти золу і шлаки (а це особливо важливо при багатозольному паливі), але вона ж служить причиною збільшених втрат на тепловипромінювання.

Колосникові ґрати типу „дахрост“ поряд з наявністю шурувальних вікон дозволяє припускати можливість газифікації і більш зольного торфу, ніж той, при якому провадилося випробовування газогенератора.

У процесі дослідження газогенератора виявилися такі хиби.

### В частині будови газогенератора

1. Конструкція газогенератора при наявному природному дутті дає змогу додержувати в шахті невеликої висоти завантаження. Як було зазначено вище, зона відновлення газифікації була виявлена на висоті 500 мм, зона сухої перегонки—на віддалі 600 мм, а зона підсушування—на віддалі 1050 мм від рівня колосникових ґрат.

Загальна висота завантаження з 1300—1400 мм від рівня колосникових ґрат.

Завантаження торфу в шахту великим шаром робити нема змоги через недостачу тяги; під час дослідження не раз помічалися в ці моменти, що з шурувальних вікон пробивається білоблакитне полум'я горящого вугілля II-оксиду.

Це явище обмежує допускну вологість у завантажуваному робочому торфі в межах близько 30,0%.



2. Значне зниження рівня колосникових ґрат газогенератора підводить до пояса ґрунтових вод, до необхідності обслуговувати газогенератор в умовах постійного відкачування води.

### В частині експлуатації установки

1. Відсутність нормального режиму в обслуговуванні газогенератора, нерегулярність і нерівномірність завантаження торфу і видалення золи і шлаків.

2. Відсутність необхідного резерву торфу на території заводу, без чого немислима безперебійна робота установки. Неможливість досягти стійкої роботи газогенератора при більш вологому торфі, не знижуючи при цьому видатності устави, вимагає переведення роботи газогенератора на комбіновану роботу з дуттям та без нього. Останнє дозволить також газифікувати поряд з кусковим торфом і торфову крихту, яка залишається в значних розмірах на терені заводів і зовсім не використовується.

У частині поліпшення експлуатації газогенераторної установки заводу необхідно:

1. Організувати подавання торфу для газогенератора так, щоб на території заводу був завжди 3—4-місячний запас його, звернувши особливу увагу на кондиційність його щодо вмісту вологи.

2. Обслуговування установки щодо завантаження торфу, видалення золи і шлаків, випалювання смоли з газозбірника і газопроводу — провадити за твердо встановленою системою, яка забезпечує безперебійність газогенераторного процесу.

3. Через своєчасне чищення гідравлічних затворів, своєчасні виправлення завантажувальної коробки і перекидних ходів тощо — вжити заходів до зменшення втрат на газування.

4. Треба встановити хоча б спрощений теплотехнічний контроль установки, через періодичні вимірювання температур у зонах газифікації і аналіз готового газу.

Такий контроль сприяв би встановленню твердого режиму газифікації.



## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ СІРКИ ТОРФУ В КАЛОРИМЕТРИЧНІЙ БОМБІ

У торфі розрізняють сірку трьох видів: 1) сірка органічна, 2) сірка, зв'язана з металами, 3) сірка, що входить до складу сірчано-кислих солей (сульфатів).

Загальна кількість сірки коливається в торфі в значних межах. Для мохових болот — 0,1—0,5%, для низинних — 0,2—3%. Це пояснюється як різним вмістом сірки у торфоутворюючих рослинах, так і різними зовнішніми умовами, що впливають на процеси перетворення сірки з органічних сполук (білкових речовин) до ступеня розчинних сірчано-кислих солей, які потім вимиваються.

Щождо переваги того чи того типу сполук, то за даними великого числа досліджень спостерігалось, що сірка в торфі міститься головне в органічно зв'язаному стані.

### Методи визначення загальної сірки

Загальновживаним методом визначення загальної сірки в торфі, вугіллі і т. ін., як відомо, є метод Ешка, точніше — модифікація Ешка-Поста (затверджений, згідно з інструкцією другого всесоюзного теплотехнічного з'їзду 18/1 1925 р.). Суть методу полягає в прожарюванні наважки торфу, вугілля з сумішкою двох частин магnezії і однієї частини безводного натрій-карбонату при дальшому окисненні продукту реакції бромовою водою.

При масових аналізах (коли роблять кілька визначень) метод цей, крім своєї тривалості, має ще ту істотну хибу, що аналітикові важко буває, а іноді й неможливо, запобігти втраті сірки у вигляді водень-сульфіду, що звітряється, і летких органічних сірчаних сполук, що їх часто не встигають зв'язати основи сумішки Ешка (при високому вмісті органічної сірки тіофен і його гомологи, що утворюються при розкладі, проходять частки без зміни через сумішку Ешка).

Інші методи визначення загальної сірки, як ось Брунка (діянням кобальт III-оксиду в струміні кисню), Тау і Бромлея (спалювання з натрій-пероксидом), хоча і є більш швидкими, але вони менш точні, а метод Флейшера, практикований у лабораторії бременської досвідної станції, не менш тривалий, ніж метод Ешка. Щождо швидкого в дуже зручного при масових аналізах методу визначення загальної сірки і калориметричній бомбі, то тут є найрізноматніші думки. Приміром, Лангбейн вважав, що при спалюванні наважки вугілля в бомбі виділяється не вся сірка, а тільки якась частина її — „летуча“, „горюча“, іншими словами тільки органічна сірка і сірка, зв'язана з металами, сполучаючись при спалюванні з киснем виділяється у вигляді  $SO_2$ , а сульфатна сірка після спалювання залишається в золі, бо вже сполучилася з киснем і не може горіти. Тредвел<sup>1</sup> контролював свій метод (модифікація Бортмана) паралельним спалюванням наважки вугілля в калориметричній бомбі, вважаючи, що при тиску кисню в 25—30 атмосфер і при температурі згорання вугілля відбувається повне перетворення всіх сполук сірки на сульфатну кислоту.

<sup>1</sup> Тредвел, „Курс аналитической химии“, т. II, кн. 1.



## Дослідження методу визначення загальної сірки в бомбі

Для того, щоб остаточно в'яснити — чи утворюється при спалюванні наважки торфу в бомбі вся загальна сірка, чи тільки так звана горюча, тобто чи розкладається в умовах даного методу сульфати, ми провели роботу, підсумки якої подані на таблицях 1 і 2.

З лабораторної проби в кількості близько 20 г брали одночасно 3 наважки. Одна — для визначення сірки за методом Ешка, друга — для визначення по бомбі, третя — для визначення вологи. З залишку провадився контрольний аналіз.

Таблиця 1

Назва болот і розміщення їх	За розрахунком %/о на абсолютно сухий торф		
	Сірка за Ешка	Сірка по бомбі	% розходження
Буян (Київщина) . . . . .	0,37	0,37	0,00
Надра . . . . .	0,85	0,84	0,01
Ірдинь (Шевченківщина) . . . . .	2,06	2,07	0,01
Брониця (Коростенщина) . . . . .	0,16	0,16	0,00
Глазово (Шепетівщина) . . . . .	2,43	2,41	0,02
Кардашинка (Херсонщина) . . . . .	0,58	0,57	0,01
Остер (Чернігівщина) . . . . .	0,33	0,31	0,02
Замглай (Чернігівщина) . . . . .	0,14	0,15	0,01
Убедь (Конопощина) . . . . .	0,43	0,43	0,00
Кодри (Київщина) . . . . .	0,27	0,29	0,02

Розглядаючи таблицю, бачимо, що розходження коливається як у той, так і в той бік. З 10 визначень у чотирьох вихід сірки більше за методом Ешка, в трьох — більше за визначенням у бомбі. А величина розходження між цими двома методами практично дорівнює нулеві. Але наслідки цієї таблиці нам не пояснюють, чому маємо такий однаковий вихід сірки за цими двома методами. Чи тому, що в даних торфах абсолютно відсутні сульфати, чи тому, що відбулося повне перетворення всіх сполук сірки на сульфатну кислоту.

Щоб довести правильність другого припущення, наводимо таблицю 2, де зібрано наслідки спалювання хемічно-чистого гіпсу в суміщі з органічною, що не містить сірки, речовиною.

У бомбу приливали 20 см<sup>3</sup> дистильованої води. Тиск кисню — 25 атмосфер. Як органічну речовину, брали хемічно чистий препарат сахарози.

Таблиця 2

№№	Наважка гіпсу	Наважка сахарози	Процентний вміст гіпсу в суміщі	%/о виділеної сірки	% виділеної сірки щодо гіпсу
1	0,0200	0,5002	3,84	16,47	88,45
	0,0202	0,5000	3,88	16,78	90,11
2	0,0404	0,5030	7,43	15,31	82,22
	0,0400	0,5200	7,14	15,10	81,09
3	0,0600	0,5240	10,27	13,27	71,26
	0,0602	0,5228	10,32	13,18	70,78
4	0,0832	0,5000	14,26	10,39	55,80
	0,1000	0,5000	16,66	10,13	54,40
5	0,0200	0,4144	4,60	15,58	83,67
	0,0200	0,4066	4,68	15,92	85,49
6	0,1010	0,6000	14,40	12,56	67,45
	0,1020	0,6500	13,56	12,80	68,74
7	0,0200	1,0002	1,96	18,53	
	0,0202	1,0004	1,96	18,66	100,00



Отже, наслідки, зібрані в цій таблиці, свідчать, що: 1) найстійкіший з сульфатів — гіпс — у даних умовах розкладається; 2) розклад гіпсу має певну закономірність: в №№ 1, 2, 3, 4 і 5 бачимо, що на одну і ту саму кількість органічної речовини тим більше виділяється сірки чим менша наважка  $\text{CaSO}_4$ .

У №№ 6 і 7 спостерігаємо, що при збільшенні або зменшенні органічної речовини на одну й ту саму наважку гіпсу збільшується або зменшується розклад сульфату (порівн. №№ 5 і 7, 1 і 6).

Нарешті, в № 8 бачимо, що в сумішці, яка містить 1,96% гіпсу, останній повнотою розкладається і виділяється вся сірка, що містилася в ньому.

Отже, якщо б уся сірка торфу перебувала в окисдованому стані, тобто у формі сульфату, то й тоді при порівняно невисокому його вмісті в торфі (0,2—2%) відбулося б повне його виділення, в дійсності, як ми вже зазначали вище, сірка в торфі перебуває головне в органічно зв'язаному стані і тільки почасти в формі, зв'язаної з металами (піритній) і у вигляді сульфатів.

Наприкінці ми ще наведемо наслідки спалювання гіпсу в сумішці з гуміною кислотою, речовиною, що своїми властивостями найближче стоїть до речовини торфу.

Наслідки, як це і видно з таблиці 3, одержано такі самі, як і при спалюванні гіпсу з сахарозою.

Таблиця 3

Наважка гіпсу	Наважка гумінової кислоти	% вміст гіпсу в сумішці	%/о виділеної сірки	%/о виділеної сірки щодо гіпсу
0,0204	1,0090	1,98	18,42	
0,0202	1,0002	1,97	18,85	100% <sup>о</sup>

## ВИСНОВКИ

Підсумовуючи зазначене, можна стверджувати, що метод визначення сірки торфу в калориметричній бомбі є методом визначення загальної сірки.

Для масових аналізів метод цей є найшвидшим, досить точним і дешевим.

Скажемо тільки ще про техніку самого визначення. Наважку торфу близько 1 г спалюють, як і при визначенні теплотворної здатності, при тиску кисню в 25 атмосфер. У бомбу приливають 20 см<sup>3</sup> дистильованої води.

Після спалювання (а на це, звичайно, потрібно кілька секунд) бомбу не відразу ж відкривають, а хвилини через десять, щоб сконденсувалися всі продукти горіння. Після цього вже випадають гази, що там є. Виливаючи в склянку розчин кислот з бомби, треба добре її сполоснути. Сполоснути (струминою води з промивалки) треба також добре кришку, тигель і ін.

Промивну воду збирають у ту саму склянку, якщо треба, її фільтрують і далі, як звичайно, осаджують при кип'ятінні киплячим розчином  $\text{BaCl}_2$ .



## ПРИСКОРЕНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ЗОЛЬНОСТІ ТОРФУ

Дана робота має допомогти дедалі зростаючій потребі збільшення пропускну здатності технічних аналізів торфу у виробничій технічній лабораторії.

Уже в 1928—29 р., коли перед лабораторією стояло завдання провести близько 40 тисяч визначень зольності, звичайний аналітичний метод, затверджений другим всесоюзним теплотехнічним з'їздом 18 січня 1925 р., довелося залишити, як технічно не здійснимий при масовому виробництві, і зольність визначали за виробленим нами в процесі робіт лабораторії спрощеним методом<sup>1</sup>. Цей метод, даючи дуже задовільну точність, а також через свої позитивні сторони (швидкість і простота роботи, простота устаткування і дешевина аналізів), дав змогу вже в 1929—30 р. провести близько 80 тисяч визначень.

Проте, вже в 1931 р. технічна лабораторія виконала близько 120 тис. визначень зольності. Якщо ми тепер візьмемо до уваги всі труднощі, зв'язані з придбанням необхідних приладів для поповнення устаткуванням лабораторії і порівняно короткий строк (5—6 місяців), за який треба провадити зазначену роботу, то цілком стануть зрозумілими зусилля лабораторії, скеровані на вироблення ще більш прискореного методу, ніж практикований тепер.

Нижчезазначений спосіб і є одним з таких, що розв'язують дане питання.

Одним із засобів, що прискорюють процес спалювання наважки горючого, як відомо, є введення деяких кисневих речовин, здатних окислювати органічну речовину горючого, значно підвищувати температуру реакції і, отже, прискорювати процес спалювання.

Випробувавши ряд речовин, ми спинилися на додаванні до наважки аналізованого торфу амоній-нітриду. Ця речовина, задовольняючи цілком зазначеним вимогам, значно прискорює процес озолення і, розкладаючись на леткі газуваті сполуки, цілком виходить з сфери реакції, не впливає на процентну зольність.

Проте, з самого початку експериментування довелося відмовитись застосовувати  $\text{NH}_4\text{NO}_2$  в сухому вигляді, бо при необережному напочатку нагріванні, в наслідок надзвичайно енергійного виділення газуватих продуктів розкладу, відбувається сильне розбризкування і забирання з тямля разом з димом частини горючої речовини, а, отже, і золи.

А регулювати ступінь нагрівання при масових аналізах, при одночасності великої кількості визначень зольності, технічно надто важко і, отже, втрата частини речовини була б неминучою. Виходячи з цього ми вжили водний, насичений розчин  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , при застосуванні якого горіння відбувається без поштовхів, без розбризкування навіть при достатньо сильному з самого початку нагріванні.

У нижченаведеній таблиці зібрано порівняльні дані визначення зольності звичайним аналітичним і прискореним способами, що були проведені

<sup>1</sup> І. В. Бровчинский и С. В. Курдюмов, „Упрощенный метод определения зольности низинных торфов“ („Торфяное дело“, № 12, 1929).



в лабораторії торфової дослідної станції Укрінсторфу. За об'єкт дослідження був бучанський торф.

З лабораторної проби торфу в кількості 10 г, подрібненої і просіяної через сито 0,15 мм у діаметрі і висушеної до абсолютно сухого стану при 105° С, брали одночасно чотири наважки, однакові щодо ваги (приблизно в 1 г з незначним коливанням у той чи той бік), у двох з них визначали зольність звичайними аналітичними способами, а в двох— з додаванням 3—4 краплин розчину  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , а це приблизно відповідає 0,2 г сухої речовини.

Час від початку нагрівання до кінця прожарювання вимірювався в хвилинах. Визначення провадилося на одному і тому самому пальнику при інших рівних умовах.

№№ проб	Аналітичний спосіб		Прискорений спосіб		Різниця у хвилинах	Абсолютне розходження в %/о між 4-ма аналізами (максимум)
	Період аналізу в хвилинах	Зольність у %/о	Період аналізу в хвилинах	Зольність у %/о		
I {	26—27	21,22	16—17	21,09	10	0,09
	27—28	21,38	16—16	21,20	12	
II {	26—27	16,89	17—18	16,84	9	0,06
	25—27	16,88	16—17	16,83	10	
III {	26—27	20,38	16—17	20,20	10	0,20
	26—27	20,40	16—17	20,36	10	
IV {	23—24	20,32	19—20	20,40	4	0,17
	25—26	20,46	19—20	20,29	6	
V {	28—29	19,32	18—19	19,22	10	0,28
	28—29	19,50	18—19	19,40	10	
VI {	19—20	73,64	13—14	71,62	6	2,42
	19—20	71,22	14—15	72,62	5	
VII {	25—26	17,80	19—20	17,72	6	0,22
	24—25	17,90	18—19	17,68	6	
Середнє по всіх	25,8	26,95	17,7	26,83	8	

Розглядаючи таблицю, бачимо, що період аналізу (від початку нагрівання до кінця прожарювання) тієї ж самої проби торфу за прискореним способом у середньому відбувається в 1,5 раза швидше, ніж за звичайним аналітичним методом. Щодо розходження між цими двома способами, то воно практично не існує, бо те розходження, спостережуване між 4-ма паралельними визначеннями, яке, до речі сказати, не перевищує допускних за інструкцією розходжень (0,3%—для аналітиків, 0,5%—для лабораторії), пояснюється неможливістю одержати цілком однорідний матеріал навіть у такій невеличкій лабораторній пробі, як п'ять-десять грамів.

Винятком є № 6, де велике розходження є наслідком дуже значної зольності.

Цікаво ще відмітити, що найменша зольність (у межах допускних розходжень) спостерігається, як правило, при спалюванні наважки торфу за прискореним способом—і це не проста випадковість, а наслідок повнішого згорання речовини при наявності  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .

Скажемо кілька слів про техніку самого визначення. Звичайно вживану при масових аналізах наважку торфу завважки приблизно 1 г, перед цим подрібнену і просушену протягом 3—4 год. при 105—110° С, відважують на технохімічних терезах, після цього в тигель з торфом приливають 3—4 краплини концентрованого розчину  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , обережним обертанням тигля вміст його змушують перемішатися і далі спалюють і прожарюють, як звичайно при масових аналізах.



Реактив виготовляється розчиненням  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  у дистильованій воді в відношенні 2:1, тобто на 100 г води при кімнатній температурі беруть приблизно 200 г амоній-нітриту.

### ВИСНОВКИ

Резюмуючи зазначене, можна сказати, що переваги запропонованого нами прискореного методу визначення зольності — очевидні.

Поперше, значно прискорюється робота і, отже, збільшується пропускна здатність, а це, очевидно, може і повинно дати певну економічну ефективність. Подруге, маємо точніші наслідки, бо при наявності  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  досягається повніше спалювання. Це особливо важливо при масових аналізах, коли кінець операції озолення виводиться за зовнішніми ознаками, а не прожарюванням до постійної ваги.



## ЗМІСТ

### ЧАСТИНА I. МАШИННО-ФОРМУВАЛЬНИЙ ТОРФ

ова . . . . .	5
Інж. І. С. Гзовський. Аналіз роботи торфової промисловості УСРР в сезоні 1934 р. . . . .	7
Інж. В. А. Меліков. Збільшення виходу повітряно-сухого торфу під впливом осадних канав . . . . .	21
П. Є. Лубенець. Боротьба з шкідливим діянням бур'янів на полях сушіння торфу . . . . .	29
Інж. С. І. Рудич і А. П. Мельников. Фрезелеваторна установка з хитним фрезером (системи інж. Рудича) і шляхи її застосування . . . . .	38
Інж. С. В. Курдюмов. Суть перероблення торфу . . . . .	54
Інж. С. В. Курдюмов. Теорія і практика сушіння кускового торфу . . . . .	67
Інж. С. В. Курдюмов. Про раціональну форму цеглин машинно-формуваального торфу . . . . .	80
В. А. Меліков. Кришимість машинно-формуваального торфу . . . . .	88
К. Г. Роберт. Зберігання машинно-формуваального торфу в штабелях нормальної і спрощеної форми . . . . .	103
Ф. В. Бершеда і М. Д. Богопольський. Спроба риборозведення в кар'єрах низинного торфовища . . . . .	109
А. П. Підплічко. Заростання вироблених кар'єрів . . . . .	113

### ЧАСТИНА II. НОВІ ТЕХНІЧНІ ПРОБЛЕМИ

І. Ш. Гендлер. Можливості торфобрикетування на Україні і побудова першочергового заводу . . . . .	119
Інж. М. В. Канторов. Шевелева шахта до топки парового казана для кускового торфу . . . . .	149
Інж. М. В. Канторов і інж. Г. І. Куда. Дослідження газогенератора повітряного газу . . . . .	182
І. В. Бровчинський. Дослідження методу визначення загальної сірки торфу в калориметричній бомбі . . . . .	197
І. В. Бровчинський. Прискорений метод визначення зольності торфу . . . . .	200



Уповноваж. Головліту № 1461. Зам. № 1394. Тираж 1000. 12<sup>3</sup>/<sub>4</sub> друк. арк. 6<sup>3</sup>/<sub>8</sub> папер. арк.  
В 1 друк. арк. 63840 зн. Формат паперу 72 × 110. Здано до виробн. 30/IV 1936. Підписано  
до друку 14/VIII 1936.

4 республ. полігр. ф-ка УФІКТ. Київ, пл. Калініна, 2.







Ціна 5 крб.

