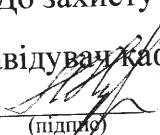


НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

 О.Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” 2019 р.

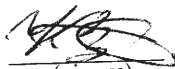
Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

з спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва)

тему: Модуль парафінізації наливних брикетів

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи МА-51
(шифр групи)

Коломєєв Владислав Євгенійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

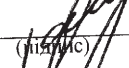

(підпис)

Керівник Є.В.Білик Гелмекс К.О.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)


(підпис)

Консультант з охорони праці
(назва розділу)

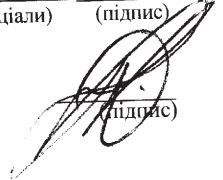
асистент Ковтун А.І.
(вчене звання та звання, прізвище, ініціали)


(підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н., доц. Кореньков В.М.
(назва розділу) (вчене звання та звання, прізвище, ініціали)


(підпис)

Рецензент доц. К.Т.Н. Борис Р.С.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)


(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент 
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут механіко-машинобудівний

(повна назва)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

(повна назва)

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


(підпис)

О.Ф. Луговський
(прізвище ініціали)

“ ” 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Кривошеєву Владиславу Євгенійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Модуль парадімізації паливних брикетів

керівник проекту _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “ ” 2019 року № 1326-с

2. Термін подання студентом проекту _____

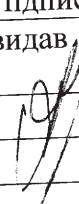
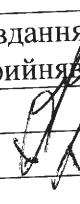
3. Вихідні дані до проекту шредер, екструдер, гідравлічний прес, брикет, брикет з ширси, парадрін, форсунка

4. Зміст пояснювальної записки 4 розділи, 83 сторінки друкованого тексту, 18 рисунків, 16 таблиць

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо)

1 плакат формату А1, 2 креслення формату А1, 1 креслення формату А1, 1 креслення формату А3,

1 креслення деталювання А4, 1 креслення формату А3,
1 креслення деталювання А4.
6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	асист. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

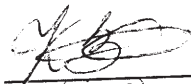
7. Дата видачі завдання 13 лютого 2019р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Узгодження змісту дипломного проекту з керівником	12.02 - 15.02.19	визначено
2.	Підбір літератури та наукових матеріалів	16.02 - 28.02.19	визначено
3.	Сорєбка та обґрунтування змйденної літературної інформації	04.03 - 8.03.19	визначено
4.	Написання I та II розділів дипломного проекту	11.03 - 26.03.19	визначено
5.	Систематизація отриманого матеріалу та написання III і IV розділу дипломного проекту	27.03 - 12.04.19	визначено
6.	Проходження переддипломної практики	15.04 - 19.05.19	визначено
7.	Написання висновків до розділів	20.05 - 22.05.19	визначено
8.	Виконання графічної частини дипломного проекту	22.05 - 31.05.19	визначено
9.	Перевірка дипломного проекту керівником	03.06 - 05.06.19	визначено
10.	Попередній захист дипломного проекту	05.06.19	визначено

Студент

Керівник проекту


(підпис)

(підпис)


(прізвище та ініціали)

(прізвище та ініціали)

Анотація

Дипломний проект на тему: «Модуль парафінізації паливних брикетів», складається з 4 розділів, обсяг пояснювальної записки 83 сторінки друкованого тексту, включає 18 рисунків, 16 таблиць, 1 плакат формату А1, 2 креслення формату А1, 3 креслення формату А3, 2 креслення деталювання формату А4.

Метою дипломного проекту є розроблення модуля парафінізації паливних брикетів, що дозволить поліпшити їх теплотворні характеристики, збільшити час активного горіння, з одного боку, і підвищить вологозахист при транспортуванні та в період зберігання.

Поставлені задачі виконувались шляхом аналізу даних літератури. Розроблено модуль парафінізації сировини, визначене його місце в технологічному ланцюгу, розраховано параметри форсунки для вприскування парафіну, розраховано енергетичні витрати на етапі парафінування, розроблені заходи по очищенню форсунки від залишків парафіну після завершення виробничого циклу. Виконано підбір обладнання, розроблено складальне креслення та деталювання модуля.

У розділі «технологія машинобудування» описано технологічний процес виготовлення деталі «кришка форсунки».

У розділі «охорона праці» було визначено потенційно небезпечні шкідливі фактори при виконанні роботи та розраховано кількість вогнегасників для цеху виробництва паливних брикетів.

SUMMARY

The graduation project, on the topic: "Fuel paraffin modules for fuel briquettes", consists of 4 sections, the note includes 83 pages of printed text, includes 18 figures, 16 tables, 1 poster format A1, 2 blueprints A1 format, 1 blueprint format A3, 1 blueprint A4 format.

The main aim of the project is to develop a module for paraffinization of firewood, that will improve their heating value, increase the time of active combustion, also increasing the moisture protection during transportation and during storage.

The tasks were performed by analyzing literature sources. A module for paraffinization of raw materials has been developed; its location in the technological chain has been determined; the parameters of the injector for paraffin mixture have been calculated; energy costs have been calculated at the paraffination stage; procedure of the injector after-work cleaning have been developed. The equipment selection has been completed, the assembly and module details blueprints have been performed.

The section "engineering technology" describes the technological process of manufacturing the component "injector cap".

The section "Labor protection" identified potential hazards during operation and calculated the number of fire extinguishers for the production of firewood.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: Модуль параболізації паливних
брикетів.

Київ – 2019 року

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ.....	10
1.1. Переваги та недоліки паливних брикетів.....	10
1.2. Вибір сировини для виготовлення паливних брикетів.....	16
1.3. Технологія виробництва паливних брикетів.....	19
1.4. Аналіз напрямків щодо можливого поліпшення якісних характеристик екодров.....	32
Мета та задачі.....	35
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МОДУЛЯ ПАРАФІНІЗАЦІЇ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ.....	36
2.1. Розробка модуля парафінізації.....	36
2.2. Місце модуля парафінізації в технологічному ланцюгу виробництва.....	39
2.3. Розрахунок параметрів форсунки для вприскування парафіну.....	40
2.4. Розрахунок енергетичних витрат на процес парафінізації.....	51
2.4.1. Компресор.....	51
2.4.2. ТЕН для нагріву повітря.....	52
2.4.3. ТЕН для нагріву парафіну.....	53
2.4.4. Сумарні витрати електроенергії.....	54
2.5. Підбір елементів пневматичної схеми.....	55
2.6. Заходи з очищення форсунки перед закінченням робіт.....	59
Висновки до розділу.....	60

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата	Модуль парафінізації паливних брикетів. Пояснювальна записка	Літера	Лист	Листів
Розробник		Кривошеєв В.Є.					6	83
Керівник		Беліков К.О.						
Консульт.		Гришко І.А.						
Н. Контр.		Лугівський О.Ф.						
Зав. каф.								
						КПІ ім. Ігоря Сікорського ММІ, ПГМ, МА-51		

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ «КОРПУС ФОРСУНКИ».....	61
3.1. Технологічний контроль креслення.....	61
3.2. Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі...	62
3.3. Вибір заготовки та його технічне обґрунтування.....	63
3.4. Проектування типового технологічного процесу.....	64
3.4.1. Вибір типу обладнання, пристроїв та інструменту.....	64
3.4.2. Вибір типового технологічного процесу.....	64
3.4.3. Розробка маршрутного технологічного процесу.....	67
Висновки до розділу.....	69
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	70
4.1. небезпечні та шкідливі виробничі фактори при роботі в цеху виготовлення паливних брикетів.....	70
4.1.1. Фізичні фактори.....	70
4.1.2. Хімічні фактори.....	72
4.1.3. Психофізіологічні фактори.....	72
4.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при роботі в цеху виготовлення паливних брикетів.....	72
4.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при роботі в цеху виготовлення паливних брикетів.....	76
4.3.1. Визначення типу та необхідної кількості вогнегасників...	78
Висновки до розділу.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	81

ВСТУП

В даний час актуальність питання виробництва альтернативних енергоносіїв постійно зростає. Для цього є ряд причин:

- традиційні енергоносії – газ, вугілля, нафта – з кожним роком стає добувати все важче, і це веде до постійного підвищення їх вартості. Особливу актуальність для України, як відомо, має питання вартості імпортованого газу;
- запаси традиційних енергоносіїв швидко виснажуються, що робить виробництво альтернативних енергоносіїв дуже перспективним напрямком бізнесу;
- виробництво альтернативних джерел енергії стимулюється урядами всіх розвинених країн, в тому числі України.

Турбота про екологію і дбайливе ставлення до природних ресурсів призвели до появи нового виду палива – брикетів з тирси або, як їх ще називають, екодрова або євродрова.

Причини, через які даний вид палива дуже привабливий, зрозумілі. Справа в тому, що далеко не всяка опалювальна техніка пристосована для спалювання опилу. Як правило, деревна тирса в звичайній печі або котлі згорає швидко і віддає мало тепла, та ще й половина просиплеться в зольник.

Для успішного спалювання відходів деревини потрібен спеціальний котел шахтного типу або верхнього горіння [9]. Зробити такий досить складно, доцільнішою є перспектива пресування тирси в паливні брикети.

Їх питома вага і теплотворна здатність при однаковій вологості трохи вище, ніж у вихідної деревини.

Крім того, брикети зручні в зберіганні, так як займають мало місця.

Завдяки однаковій формі і розмірам, брикети ідеально підходять для використання в котлах і печах з автоматичним завантаженням палива. Єдина

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата		8

умова – підбирати паливо такої форми, щоб воно відповідало завантажувальному пристрою.

Режим горіння брикетів повністю відповідає режиму горіння дров або вугілля – нагріте паливо розкладається на піролізні гази, які змішуються з киснем і спалахують. Однак за своєю структурою брикети ближчі до вугілля.

Адже, на відміну від деревини будь-яких порід в них немає капілярів, які пронизують увесь виріб, тому при однаковій температурі розпад на золу і піролізні гази відбувається трохи повільніше.

Головним плюсом даного матеріалу є постійна, протягом декількох годин, температура при згоранні. Паливні брикети менше димлять, не іскрять і не стріляють. Також їх перевагою при використанні є найменше забруднення навколишнього середовища під час згорання в порівнянні з класичними твердими видами палива при рівній теплотворній здатності, як, наприклад, вугілля, але меншим в п'ятнадцять разів попелястим змістом (максимально 1%) [9].

Температура нагріву паливних брикетів більше, ніж у звичайних дров, і майже дорівнює температурі кам'яного вугілля.

Таке паливо не містить ніяких домішок, тому вважається екологічною продукцією. При цьому викиди в навколишнє середовище – мінімальні, незважаючи на те, що протягом кількох годин при згоранні брикетів тримається гранично висока температура.

Як і у дров, на режим горіння і теплотворну здатність впливає вологість брикетів, тому дуже важливо купувати не тільки якісну продукцію, але і упаковану в поліетиленову плівку, яка захищає паливо від опадів.

Крім того, важливо зберігати пальне в добре провітрюваному, захищеному від опадів та сонця приміщенні.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ

Виснаження світових запасів і підвищення вартості копалин паливно-енергетичних ресурсів, зростаючі екологічні вимоги до викидів в навколишнє середовище від спалювання палива, розвиток торгівлі квотами на викиди – все це послужило поштовхом для розвитку лісової біоенергетики, в тому числі і для збільшення виробництва і використання деревного палива в енергетичних цілях.

Досвід країн ближнього і далекого зарубіжжя, що володіють достатніми лісовими ресурсами і мають добре розвинену лісопереробну промисловість, показує, що повне і всебічне використання деревної біомаси дозволяє не тільки задовольнити потреби народного господарства в продуктах механічної і хімічної переробки деревини і деревних речовин, але і зробити істотний внесок в отримання тепла і електричної енергії в державному масштабі, шляхом поставки енергетичних установок і підприємствам деревного палива [12].

1.1. Переваги та недоліки паливних брикетів

Головна перевага брикетів – в 1,5-2 рази вища температура горіння, ніж у дров. При вологості 20% теплотворна здатність деревини 2500-2700 ккал/кг, брикетів – 4500-4900 ккал/кг.

І цьому є прості і логічні пояснення:

- У брикетів низька вологість. Чим нижча вологість дров, тим вища їх тепловіддача. Нормальна вологість деревини при правильному зберіганні складає 15-20%. У брикетів вологість становить 4-8% і досягається за рахунок примусової сушки – обов'язкового етапу їх виробництва.

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
						10
Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата		

- У брикетів висока щільність. Дубові дрова горять спекотніше тополиних через більшу щільність. Щільність дуба – $0,81 \text{ г/см}^3$, тополі – $0,4 \text{ г/см}^3$. Тобто, в кожному см^3 дуба міститься більше корисної і паливної деревної речовини, ніж в тополі. Щільність брикета $0,95\text{--}1 \text{ г/см}^3$. У них вміст горючої речовини на одиницю об'єму ще вище, ніж у дуба. Відповідно вище і теплотворна здатність [1].

Низька вологість і висока щільність – запорука успіху брикетів. Якщо висушити дрова до вологості 4-8%, то по теплотворності вони зрівняються з брикетами.

Інші переваги брикетів:

- Займають менше місця.
- Рівномірно і довше горять.
- Робляться з відходів.
- За рахунок низької вологості, брикети виділяють менше сажі і слабше забруднюють димохід.

Недоліки брикетів:

- Вартість. На перший погляд паливні брикети дорожче дров. На ділі, це потрібно рахувати вартість одиниці тепла, одержуваного від дров і брикетів.
- Боязнь вологи. Вологі брикети розсипаються. Їм критично важливі умови зберігання: в закритому провітрюваному приміщенні.
- Зустрічаються погані брикети. При купівлі брикетів, не завжди можна переконатися в матеріалі, з якого вони зроблені. До деревних брикетів можуть додавати все підряд: м'які породи дерева, гнилу, стару, неякісну або оброблену хімією деревину і так далі. Це створює об'єм, але знижує якість брикетів.

Брикетами з тирси називають поліна різної форми з спресованої тирси.

У більшості випадків популярністю користуються форми:

- прямокутний паралелепіпед (*RUF* – за назвою фірми, яка першою налагодила їх випуск) (рис. 1.1а);

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата		11

- шестикутний або восьмикутний стовпчик з отвором по всій довжині (Піні-Кей, *Pini Kay* – за назвою фірми, яка першою налагодила їх випуск) (рис. 1.1б);
- стовпчик квадратного перерізу з отвором або без (рис. 1.1в);
- кругле полінце (*Nestro*) (рис. 1.1г) [21].

Паливні брикети RUF відрізняються прямокутною формою: розмір оригінальної «цегли» 150×90×60 мм.

Використовують тирсу переважно дрібних фракцій, яка під тиском в гідравлічному пресі і перетворюється в руф-брикети.

Якісний руф-брикет пресується при високому тиску. Паливо поступово обгорає від поверхні до центру, віддаючи максимум тепла. Час горіння – в 2,5-3 рази довше, ніж дрова з такої ж породи дерева.

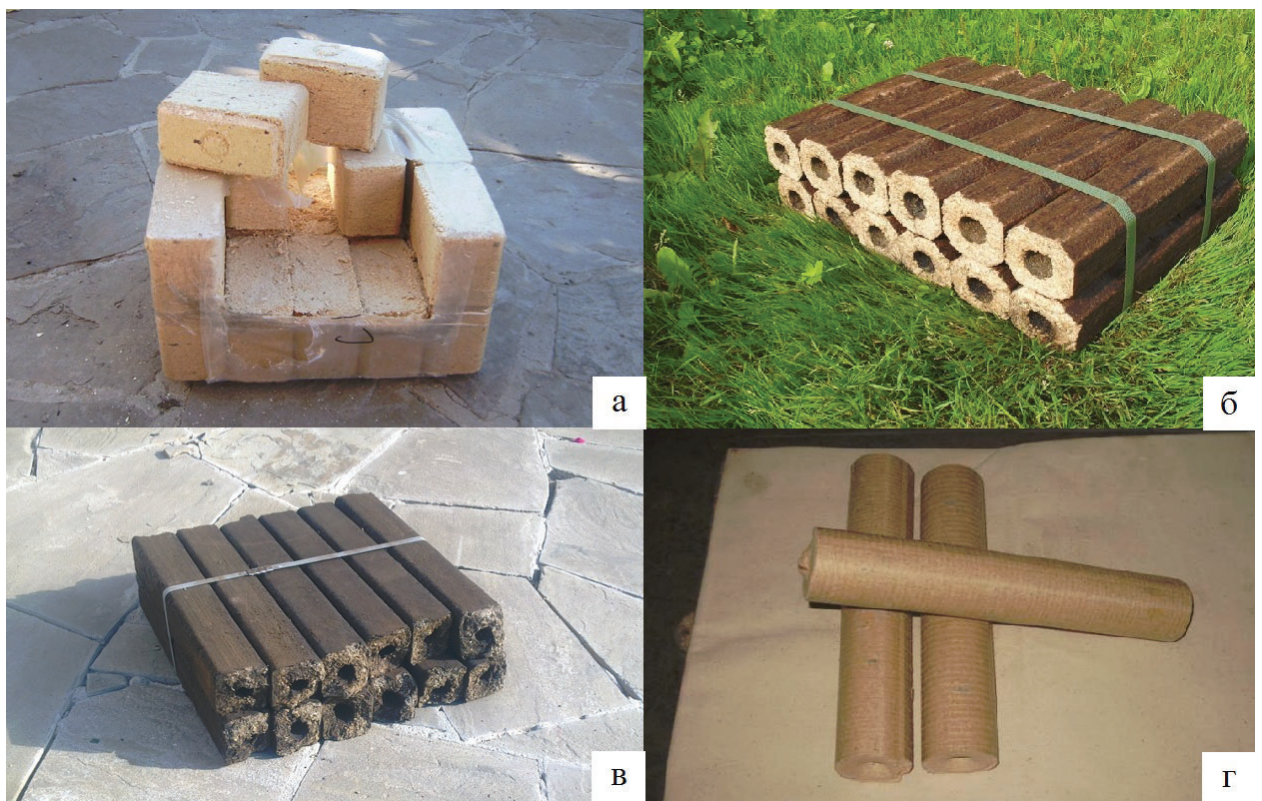


Рис. 1.1. Популярні види паливних брикетів

Переваги і недоліки:

1. найтриваліше горіння серед всіх видів брикетів;
2. швидко розгорається, підходить для камінів і вогнищ – не димить;
3. зручна форма зберігання;
4. висока ціна від 3000 грн/т;
5. дані брикети необхідно захищати від впливу вологи.

Паливні брикети *Pini Kay* мають циліндричну витягнуту форму (або в вигляді багатокутника) з отвором всередині. Такий вид поліна отримують при проходженні сировини (дрібних фракцій тирси і тріски, іноді це лузга, може включати добавки макулатури) через шнек.

За допомогою шнека сировина ущільнюється і склеюється під дією температури, для цього на виході після шнека встановлюються ТЕНи.

Під впливом високої температури на брикетах піні-кей утворюється тверда поверхня, яка є і оболонкою, і додає додаткову міцність всьому виробу. Стандартна довжина брикету – 250-350 мм.

Переваги і недоліки:

- підходить будь-яка сировина, в тому числі тріска;
- не іскрять, мало диму;
- спечена поверхня частково захищає від вологи;
- зручно транспортувати і складати;
- можуть вироблятися малими партіями в умовах невеликого цеху;
- ціна, близько 3000-3500 грн/т;
- енергоємне виробництво через необхідність використовувати ТЕНи.

Круглі брикети *Nestro* отримують з тирси дрібної фракції. Сировина проходить крізь гідравлічний прес, де сильно стискається. Відмінність від *Pini Kay* – відсутній центральний отвір у кінцевої продукції і менша довжина. За технологією виробництва нагадують брикети *RUF*.

Істотна відмінність – упаковуються в мішки, займаючи більший фізичний об'єм при меншій вазі.

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
						13
Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата		

Переваги і недоліки:

- висока теплотворність, ідеально підходить для твердопаливних котлів за габаритами;
- швидкість горіння – середня, якщо порівнювати між усіма зазначеними типами брикетів;
- практично не димить і не залишає сажі (залежить від сировини);
- ціна також залежить від якості сировини і дотримання технології;
- менш зручно складати через форму, але в той же час простіше реалізувати автоматичну подачу в котел опалення.

Форма не впливає на теплотворну здатність або режим горіння брикетів з тирси, але може вплинути на ефективність роботи автоматичного завантажувального пристрою. Адже, саме це і є головною перевагою такого палива перед дровами і вугіллям.

Виготовлення брикетів побудовано на одній особливості деревної тирси: після здавлювання з них виділяється лігнін, який є сумішшю ароматичних полімерів.

Лігнін склеює між собою всі частинки тирси, перетворюючи їх в міцний монолітний виріб [21].

В залежності від способу виготовлення, вологість повинна становити 6-12%, а тиск 300-1000 кг/см².

Тепер спробуємо оцінити вартість 1 ккал тепла, що виділяється при згоранні дровами і брикетами. Для цього звернемося до даних по калорійності різних видів палива (рис. 1.2).

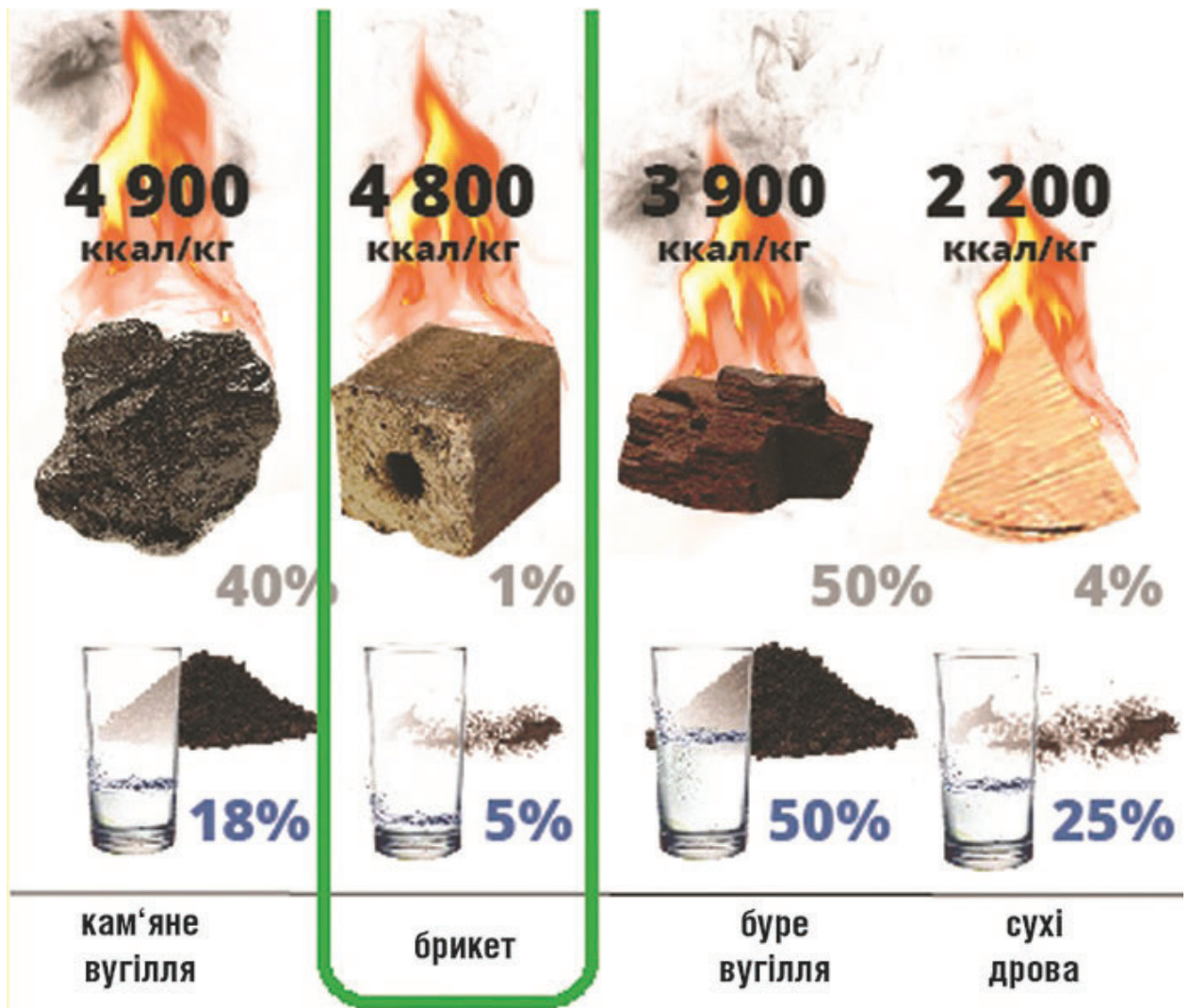


Рис. 1.2. Калорійність і зольність різних видів палива

Головне в дровах – не вага і вартість, а вартість одиниці виробленого тепла. Можна спалити 5 кг і 10 кг різних дров, але отримати однакову кількість тепла. Проведемо простий розрахунок (цифри станом на зиму 2018/2019 року):

1 м³ дров важить 500-600 кг і коштує 900грн;

1 м³ брикетів важить 1000 кг і коштує 3350грн;

1м³ деревини містить на 40-50% реального палива менше, ніж аналогічний об'єм брикетів. Визначимо вартість 1 тонни дров.

1 тонна деревини має об'єм 1,66 м³. Її вартість складе:

$900 \cdot 1,66 = 1494$ гривень.

Тепер підрахуємо вартість 1 ккал тепла, виділеного дровами і брикетами (табл. 1.1):

Таблиця 1.1

Порівняльний аналіз ціни 1 ккал теплової енергії

Вид палива	Дрова	Брикети
Ціна за 1 тонну, грн	1494	3350
Кількість тепла, ккал·год	2200	4800
Ціна за 1 ккал, грн	0,68	0,70

В результаті видно, що різниця незначна – 2 копійки за 1 ккал теплової енергії (2,9%). Виходить що ефект від дров і брикетів майже однаковий, незважаючи на істотну, на перший погляд, різницю в ціні.

При цьому важливо враховувати:

- неналежну якість дров. Часто при покупці дров можна наштотхнутися на свіжеспилянну деревину з вологістю 40-50%. Теплотворна здатність таких дров ще менша;
- дрова займають більше місця, а значить, їх перевезення обійдеться ще дорожче.

1.2. Вибір сировини для виготовлення паливних брикетів

В даний час для виготовлення екодров використовуються:

- Деревина та її відходи (листя, тирса, стружка, гілки). Найпопулярніший варіант, дешевий, простий у виробництві, гарний по характеристикам. Найчастіше використовується деревина хвої, берези, дуба. Вартість брикетів не залежить від виду деревини, оскільки у виробництві використовуються виключно відходи. Паливні брикети *RUF* часто складаються на 95% з деревини одного сорту і 5% різних домішок, що ніяк не позначається на якості палива.

- Солома зернових культур (пшениці, кукурудзи). Найдешевший вид сировини для найдешевших брикетів. При згоранні екодров з соломи тепла виділяється не так багато, а після залишається велика кількість золи. Порівняти ці брикети можна з якісними дровами.
- Торф. Недорога сировина дозволяє створювати паливні брикети в середньому ціновому діапазоні. Тепла вони виділяють пристойну кількість, але коптять дуже сильно. Застосовувати паливні брикети всюди не можна, для їх використання потрібні спеціальні печі.
- Лушпиння від насіння злакових. Оригінальний вид сировини, з якого отримують темні євробрикети, при горінні виділяють специфічний запах і найбільше тепло серед своїх побратимів. У той же час в лушпинні присутні різні речовини, масла, що утворюють сажу на димоході, що передбачає його регулярне чищення. Паливні брикети з лузги соняшника виділяють тепла більше, ніж аналоги з найкращої деревини.
- Шкаралупа від волоських горіхів. Рідкісний і дорогий вид сировини, з якого виходять непогані паливні брикети. Горять вони красивим, яскравим і високим жовтим полум'ям, що добре підходить для використання в камінах.

На рис. 1.3 порівняння характеристик брикетів з різних матеріалів – лушпиння насіння, рису, соломи, тирси і деревної тирси. Такий аналіз показує не тільки, що брикети з різних матеріалів відрізняються між собою. Але і те, що навіть брикети з одного і того ж матеріалу, відрізняються якістю і властивостями.

Всі дані взяті з реальних протоколів випробувань паливних брикетів [1].

Материал брикета	Зола, %	Влага, %	Высшая калорийность, ккал/кг	Низшая калорийность, ккал/кг	Плотность, г/см ³
Солома	7,3	7,8	4740	3754	1,08
	4,86	9,3	4097	3742	-
Шелуха семечки	3,6	2,7	5161	4480	1,15
	2,92	8,51	-	-	-
Тырса	0,7	7,5	4400	4200	1,37
Шелуха риса	20,2	7,1	3458	3161	1,16
Древесные опилки	0,8	4	-	-	-
	1,1	10,3	4341	3985	-
	1,16	4,1	5043	4502	0,79

Рис. 1.3. Калорійність, вологість, зольність і густина паливних брикетів з різних матеріалів виготовлення [1]

Звернемо увагу на деякі моменти в цій таблиці:

- Насіння. Найвища теплотворність у брикетів з лушпиння насіння – 5151 ккал/кг. Це пов'язано з їх низькою зольністю (2,9-3,6%) і наявністю в складі брикету масла, яке горить і представляє енергетичну цінність. З іншого боку, за рахунок масла такі брикети інтенсивніше забруднюють димохід сажею, і його доводиться чистити частіше.
- Дерево. На другому місці по калорійності деревні брикети з тирси – 5043 ккал/кг при 4% вологості і 4341 ккал/кг при 10,3% вологості. Зольність деревних брикетів, така ж, як і у цілого дерева – 0,5-2,5%.
- Солома. Брикети з соломи не сильно поступаються лушпинню насіння або тирсі і мають хороший потенціал використання. У них трохи менша калорійність – 4740 ккал/кг і 4097 ккал/кг, і відносно висока зольність – 4,8-7,3%.
- Тирса. Тирса – це багаторічна трав'яна рослина. Такі брикети мають досить низьку зольність – 0,7% і хорошу тепловіддачу 4400 ккал/кг.

- Рис. У брикетів з лушпиння рису найвища зольність – 20% і слабка теплотворність – 3458 ккал/кг. Це не набагато краще ніж у деревини, при 20% вологості.

Виходячи з цього, можна зробити два важливих висновки:

1. Різна зольність. У двох зразків брикетів із соломи різна зольність – 4,86 і 7,3%.

Зола – це мінеральні речовини в складі деревини, які або представляють слабку енергетичну цінність, або просто не горять. А тому чим більше золи в деревині, тим менша її тепловіддача.

Різна зольність паливних брикетів вказує на різну якість виробництва і вихідних матеріалів. Один виробник недостатньо добре очищає соломку від бруду і зовнішньої золи. Інший – додає листя та інші матеріали для об'єму. На виході це сильно впливає на якість, теплотворність та час горіння паливного брикету. І ця ситуація може бути з будь-якими брикетами, не тільки з соломи.

2. Різна вологість. Вологість брикетів із лушпиння насіння в одному випадку 2,7%, а в іншому – 8,51%. У одних деревних брикетів з тирси вологість 4,1%, у інших – 10,3%.

Це означає, що вологість у паливних брикетів теж різна. Від цього залежить їх міцність і теплотворність: при вологості 4,1% тепловіддача брикету – 5043 ккал/кг, а при 10% – 4341 ккал/кг [1].

1.3. Технологія виробництва паливних брикетів

Брикети отримують методом пресування подрібненої, підготовленої за вологістю та крупністю, деревної маси без застосування будь-яких сполучних речовин.

Передбачається, що в якості сполучного елемента при брикетуванні виступає лігнін, що виділяється з клітин деревини під дією тиску і температури.

Вміст лігніну в хвойних породах деревини становить 28-34%, в листяних породах – 17-27%, в деревній корі – в середньому 17-44%, в залежності від породи і складу кори (луб, кірка).

Лігнін – аморфний полімер ароматичної природи (поліфенол) складної будови, містить більше вуглецю і менше кисню, ніж целюлоза.

Колір лігніну (від світло-жовтого до темно-коричневого) залежить від способу його виділення з деревини. Щільність лігніну 1,25-1,45 г/см³ [2].

Умовно в технології виробництва паливних брикетів можна виділити чотири основні операції (рис. 1.4):

1. подрібнення сировини;
2. просіювання;
3. сушка;
4. брикетування.



Рис. 1.4. Технологія виробництва паливних брикетів

Підготовчий етап при будь-якій технології – однаковий, і полягає в подрібненні і сушці сировини. В якості сировини виступають, звичайно ж, тирса і більші відходи деревообробного виробництва, які переробляються для виготовлення брикетів. Також в якості вихідного матеріалу для виробництва євродров можуть служити різні агропромислові відходи (лушпиння, лушпиння насіння) і, навіть, вугільний пил.

Тирсу ретельно сортують, щоб виключити потрапляння хворої деревини або кори в робочий матеріал.

Промисловий подрібнювач – шредер – проводить первинну обробку сировини, доводить її до однакової консистенції (рис. 1.5). Шредер вибирається виходячи з типу сировини, яку буде використано для виготовлення євробрикетів. Як подрібнювач, може використовуватися група верстатів, наприклад, щіпкоріз для великої деревини і дробарка для дрібної, або один – соломоріз для переробки соломи. Якщо вибрати кілька пристроїв для лінії, то можна використовувати різні види сировини, що розширить потенційний асортимент продукції.

Потім сировину піддають просушуванню з метою довести її вологість до показника не більше 8-10%, що просто необхідно для забезпечення продуктивної роботи. Промисловий сушильний апарат (рис. 1.6) готує сировину для виробництва.

Далі починається основна операція – брикетування, простіше кажучи, – пресування тирси.

Пресована маса складається з твердої речовини, повітря і води. Кількісне співвідношення цих елементів як до, так і після пресування визначають умови отримання міцного брикету.

Перетворення подрібненої деревної маси в міцний брикет забезпечується як фізико-механічними властивостями матеріалу, так і умовами протікання процесу брикетування. Під дією високого тиску і температури з висушеної сировини виходять екодрова. Принцип

виробництва паливних брикетів простий: натуральні матеріали під час пресування виділяють лігнін, що і пов'язує всі дрібні частини воедино.

Основними факторами, що зумовлюють процес отримання міцного і щільного брикета, є: тиск, вологість і крупність частинок, температурний режим і тривалість пресування.

Зі збільшенням зусилля тиску і зниженням вологості щільність брикетів підвищується. Наприклад, при вологості деревини 15% або при вологості кори 10% брикети легко руйнуються [2].

У процесі пресування гарячої маси всередині неї накопичується багато водяної пари. Якщо відразу зняти тиск і звільнити брикет з прес-форми, то під дією внутрішнього тиску пару і пружних сил частинок обсяг брикету збільшується, на ньому з'являються тріщини і брикет руйнується. Витримка брикетів під тиском протягом деякого часу є необхідною.



Рис. 1.5. Подрібнювач відходів деревообробки

Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата

МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ

Лист

22



Рис. 1.6. Аеродинамічна сушарка

На міцність брикету впливає і температурний режим. Чим вище температура пресованого матеріалу, тим менше зусилля необхідно при його пресуванні. Це пояснюється тим, що з ростом температури збільшується пластичність матеріалу, тобто сили тертя між деревними частинками і стінками каналу матриці знижуються. За час проходження пресованої маси по нагрітому каналу на поверхні брикету утворюється міцна плівка, видаляється частина вологи, і формуються фізико-механічні зв'язки між частинками. Брикет стає міцнішим.

Рекомендована температура, при якій виходить міцний брикет, повинна бути в межах 150-250°C. При більш низькій температурі (80-120°C) брикети будуть менш міцні. Обмеженням верхньої межі температури є обуглювання верхніх шарів брикету – відбувається часткове розкладання брикету (піроліз).

Головні реакції розпаду деревини відбуваються при температурі 275-450°C з бурхливим виділенням тепла, починають інтенсивно утворюватися гази (дим) [2].

Таким чином, потреба в клейових речовинах відсутня, а на виході виходить екологічне паливо, висока щільність якого і пояснює його відмінні характеристики. Брикетуючим верстатом можна створювати вироби різної форми, зараз в основному випускаються циліндричні і прямокутні варіанти.

На сьогоднішній день для виробництва паливних брикетів застосовують преси 4-х видів:

1. гідравлічний;
2. шнековий екструдер;
3. ударно-механічний;
4. прес-гранулятор.

Розрізняє їх – вартість і принцип роботи, об'єднує – вимоги до сировини (вологість 4-10%) і рівномірне подрібнення (фракції менше 25x25x2 мм).

Різниця тільки в способі здавлювання, в першому випадку використовується гідравлічний прес для брикетів, що розвиває зусилля 300-600 бар [9].

Від такого стиснення сировина мимовільно розігрівається, що тільки сприяє формуванню міцної прямокутної «цеглинки».

Гідравлічний прес для виробництва брикетів є установкою, що складається з двох частин: прес-форма і гідроциліндр.

Принцип дії схожий на роботу домкрата. У прес-форму насипається сировина з тирси, а гідроциліндр тисне поршнем на тирсу в прес-формі. Таким чином, формується щільний брикет.

Розглянемо більш детально роботу гідравлічного преса фірми *RUF* (Німеччина) засновану на дворазовому стисненні порції сировини (рис. 1.7) [25].

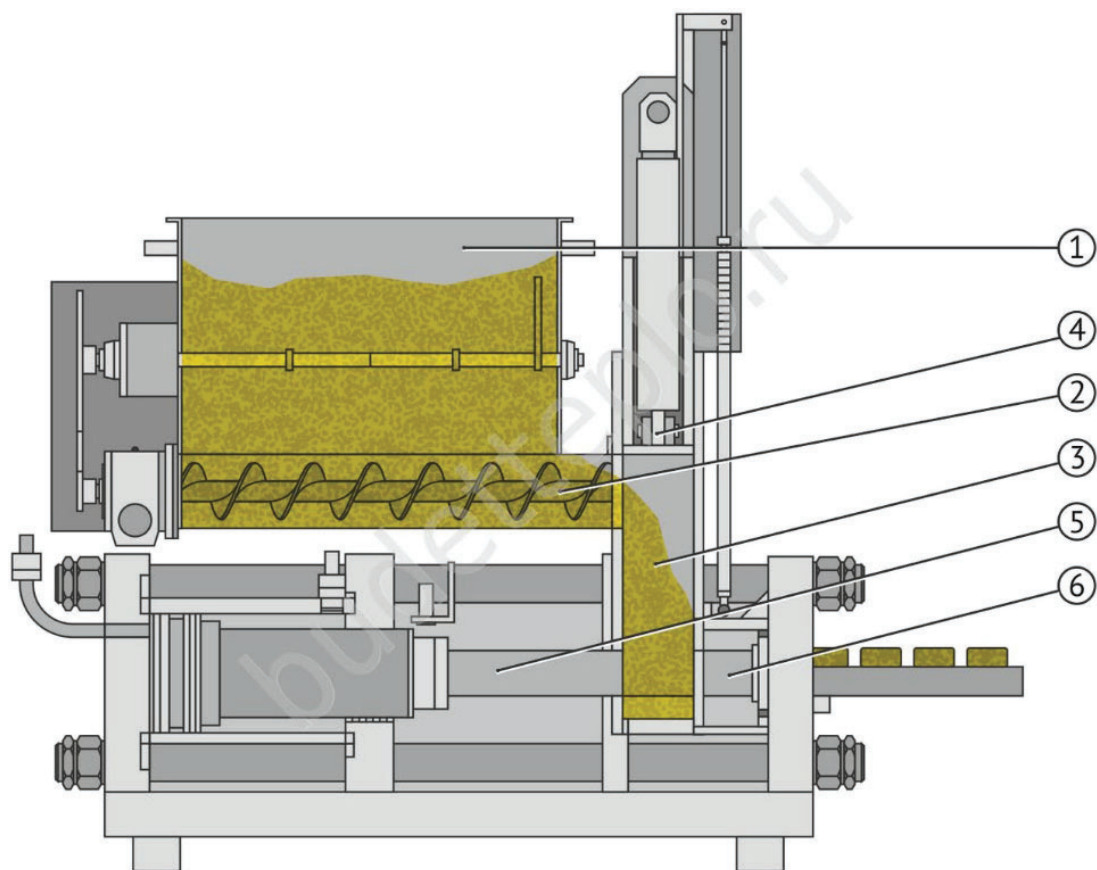


Рис. 1.7. Гідравлічний прес *RUF* [25]

(1 – бункер-дозатор; 2 – шнековий механізм; 3 – камера попереднього ущільнення; 4 – шток циліндра камери попереднього ущільнення; 5 – поршень головного циліндра; 6 – камера прес-форми)

Сировина завантажується в бункер-дозатор 1 з якого порціонно подається шнековим механізмом 2 в камеру попереднього ущільнення 3. Коли порція сировини повністю завантажена, шток 4 циліндра камери попереднього ущільнення стискає сировину за рахунок усунення порожнеч між частинками.

Після попереднього ущільнення поршень головного циліндра 5 запресовує матеріал в одну з камер прес-форми 6, утворюючи молекулярне зчеплення. Протягом цього етапу, виштовхувачі, встановлені паралельно головному циліндру, виштовхують готовий брикет, виготовлений на попередньому циклі, з другої камери прес-форми через спеціальні отвори в

передній плиті. Шток циліндра камери попереднього ущільнення піднімається вгору, поршень головного циліндра повертається у вихідне положення. Шнековий живильник починає подачу нової порції сировини, прес-форма змінюється на протилежну, цикл повторюється.

При роботі брикетного преса, на кожному циклі відбувається формування одного брикета і водночас витяг брикету, сформованого на попередньому циклі.

Плюси гідравлічного преса:

- найдоступніша ціна;
- простий і надійний пристрій, який практично не має вузлів підвищеного зносу.

Мінуси:

- низька продуктивність;
- вимагає підготовки сировини з додаванням сполучної речовини, що погіршує екологічні властивості і теплотворність паливного брикету.

Наприклад, в якості сполучної речовини для паливних брикетів, додають крохмаль: 2-3% від загальної маси. Для дії сполучного, природньо, доводиться зволожувати суміш до 40% [20].

Екструзійний метод виробництва брикетів з тирси легко зрозуміти на прикладі звичайної домашньої м'ясорубки або соковижималки. Сировина завантажується в приймальний бункер агрегату і переміщається шнеком в робочий канал конічної форми. Там і відбувається його стиснення, при цьому шнековий прес для брикетів розвиває жакливе зусилля – до 1000 бар.

Весь процес відбувається під гарячим пресуванням. Фільєра повинна бути заздалегідь прогріта, інакше пристрій заклинить. Під високою температурою і тиском з деревної тирси виділяється гідролізний лігнін. Це горюча речовина, яке ще грає роль сполучної, в процесі формування брикетів.

На виході виходять дрова з тирси, які проходять додаткову термічну обробку і відрізаються в один розмір спеціальним ножом.

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
						26
Зм.	Арк	ПІБ	Підпис	Дата		

Розглянемо докладніше роботу екструдера (рис. 1.8) [2]. Вихідна суміш проходить в завантажувальне вікно 1 через ворошитель 2 і зсипається в камеру 3. У камері 3 розташований обертовий подаючий шнек 4 циліндричної форми. До цього шнеку, співвісно, примикає конічний пресуючий шнек 5, вільний кінець якого входить в канал матриці. Робочий канал матриці 6 складається з конічної частини (втулки) 7 (на вході), плавно переходить в циліндричну або квадратну (дві втулки) частина 8 (на виході).

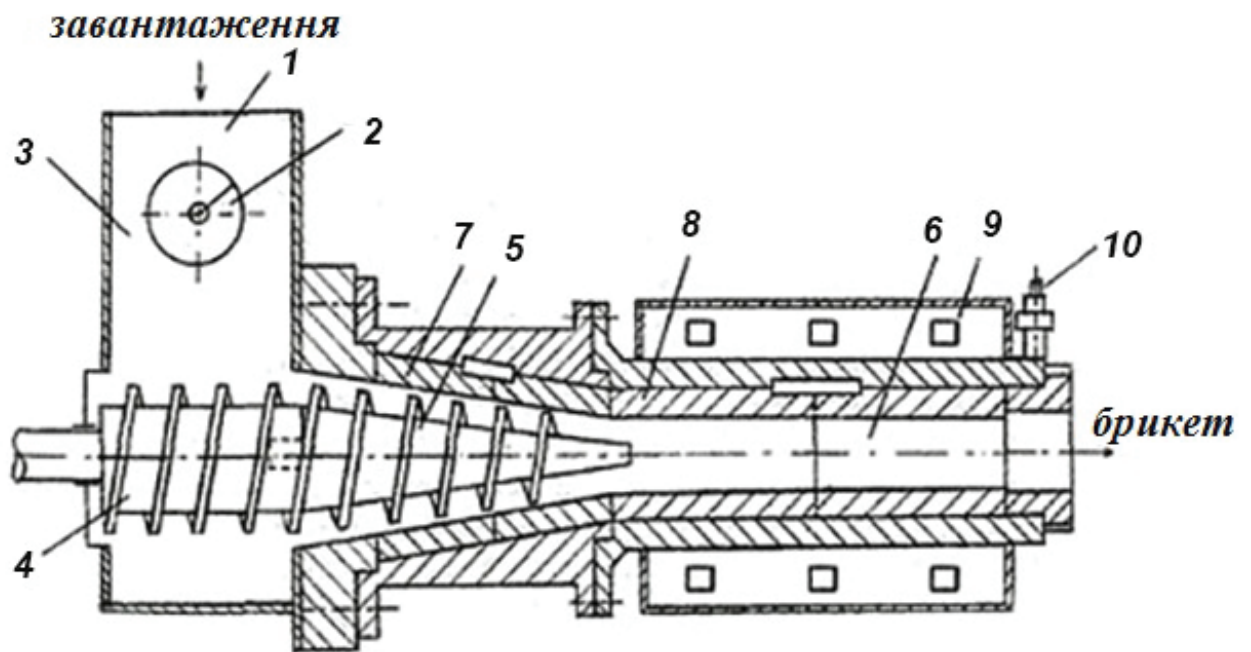


Рис. 1.8. Пристрій шнекового преса – екструдера [9]

(1 – завантажувальний отвір; 2 – ворошитель; 3 – камера; 4 – подаюча частина шнека; 5 – пресуюча частина шнека; 6 – робочий канал; 7 – втулка конічна; 8 – втулка циліндрична; 9 – нагрівальні елементи; 10 – термopapa)

У міру заповнення камери 3 шнек 4 подає вихідну суху суміш в конічну частину каналу матриці, де відбувається її пресування, і видавлювання в циліндричну частину каналу. Зусилля від пресуючого шнека 5 діють в осьовому напрямку (горизонтальна площина) і у вертикальній площині. Ці

зусилля ущільнюють суміш по всьому перетину. Конічне виконання хвостовика пресуючого шнека також сприяє підвищенню щільності брикету. У деяких моделях пресів, хвостовик циліндричного виконання, що призводить до зниження якості брикетів. Величину конусності шнека і втулки вибирають з урахуванням коефіцієнта тертя деревини по металу. Оптимальний кут конуса знаходиться в межах 6-12°.

У конічній частині каналу матриці відбувається формування щільності брикету. Тиск досягає 1500-2100 кг/см². На конічну поверхню втулки 7 каналу матриці діють великі зусилля, внаслідок чого виникають сили опору у вигляді сил тертя. Для зменшення сил тертя канал матриці знаходиться в постійно нагрітому стані. Формування брикету і переміщення його по матричному каналу пов'язано зі значними тепловиділеннями. Брикети на виході з матриці мають температуру 80-90°C.

Температура нагріву матриці встановлюється для кожного режиму пресування, який залежить від породи деревини, крупності і вологості частинок, наявності кори та ін. Величина цієї температури знаходиться в межах 180-200°C. Тому зовнішня поверхня брикета набуває блискучого коричневого кольору. На поверхні утворюється захисний гідрофобний шар (поверхня обвуглена). Обвуглений шар є свого роду мастилом і сприяє легшому проштовхуванню брикета всередині матриці [2].

Під дією високого тиску і температури в камері пресування виділяються гази (випаровується частина вологи, відбувається виділення лігніну та ін.). Виділені гази видаляють за допомогою витяжки.

З матриці брикет виходить безперервною стрічкою і надходить на ділильний пристрій, де формується довжина брикету. Якщо в технології передбачене розпилювання та обрізка торців брикетів, то стрічка може мати довжину до 1200 мм.

Отримані брикети або стрічки складують для охолодження ряд через ряд на 2 години. Потім брикети розфасовують в окремі пакети вагою 6-8 кг і

відправляють на склад (стрічки попередньо подаються до бензорізів, де їх розпилюють на мірні відрізки).

Плюси шнекового екструдера:

- найвища продуктивність (весь процес виконується безперервно екструзійно);
- в процесі пресування виділяється лігнін, який позитивно впливає на формування і якість брикетів.

Мінуси:

- прес вимагає тривалу підготовку до роботи (потрібно прогріти фільтеру і перші брикети вибраковуюються);
- швидко зношуються вузли підвищеного тертя – шнек і фільтера;
- через високі робочі температури (вище 120°C) необхідні для нормального пресування сировини відбуваються незворотні процеси, при яких знижується якість продукту (калорійність брикетів – нижче).

Ударно-механічний прес (рис. 1.9) для виробництва паливних брикетів за принципом дії схожий на перфоратор. Кривошипно-шатунний механізми (колінвал, шатун і поршень) передає із заданою частотою (близько 20 разів за секунду) поштовхи поршня. За допомогою ударів поршня продавлюються через фільтеру попередньо завантажену в камеру тиску.

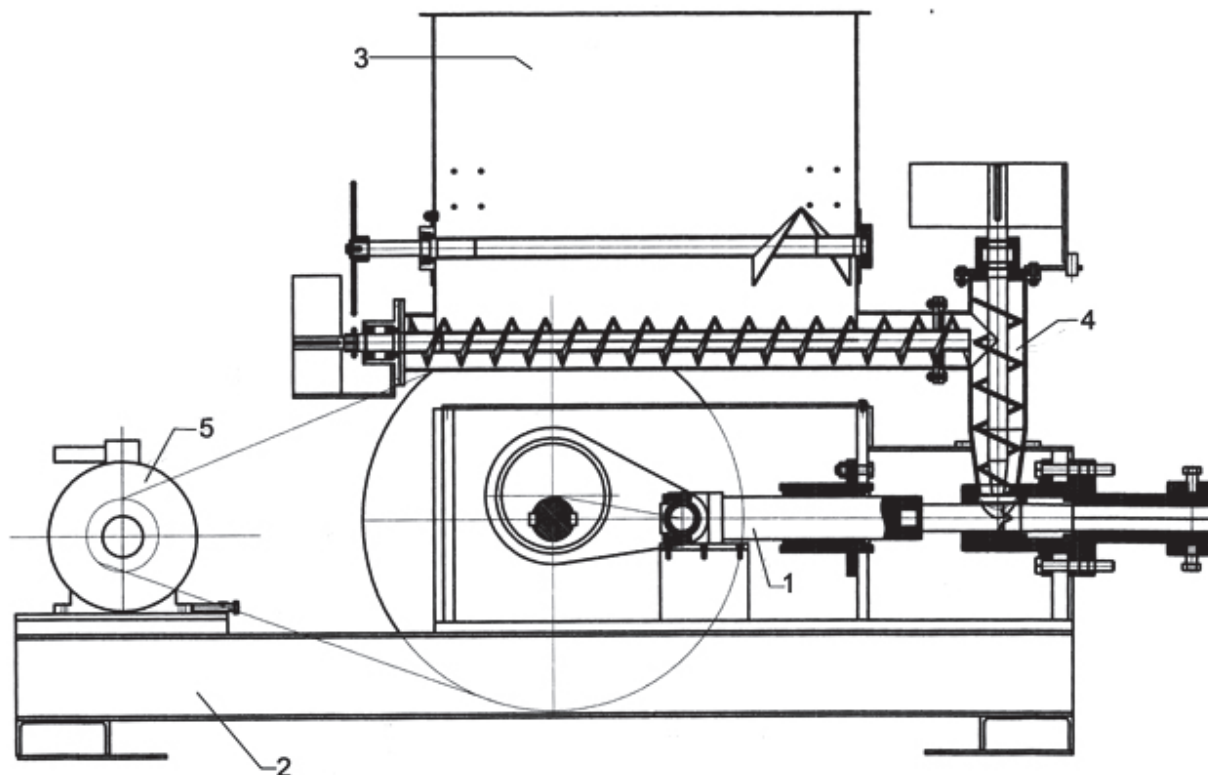


Рис. 1.9. Конструкція ударно-механічного преса [26]

(1 – вузол пресування; 2 – опорна рама; 3 – бункер-накопичувач; 4 – вертикальний шнек; 5 – головний двигун)

Прес має поздовжньо-горизонтальну компоновку і складається з наступних вузлів і механізмів (відповідно до креслення загального вигляду): суцільнозварна опорна рама 2, на якій встановлено вузол пресування 1. Над вузлом пресування закріплений бункер-накопичувач 3, з'єднаний з механізмом пресування за допомогою вертикального шнека 4. Обертання ексцентрикового вала з маховиками передається за допомогою клинопасової передачі від головного двигуна 5. Готовий брикет з преса потрапляє на лоток-охолоджувач [26].

Плюси:

- брикети можна робити не тільки з тирси, а й з інших матеріалів: шліфувального і вугільного пилу, торфу, соломи, відходів ДДФ;

Зм.	Арк	ПІБ	Підпис	Дата

МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ

Лист

30

- дозволяє виробляти брикети різного призначення – для приватного ринку і для промислових потреб;
- простота механізму і здатність працювати тривалий час без участі людини – головні переваги ударно-механічного преса;
- у агрегата висока продуктивність;
- значення коефіцієнта використання устаткування становить 0,9.

Мінуси:

- найвища ціна;
- швидкий знос вузлів тертя кривошипа (на них діє відразу 2 сили: ударна сила і сила тертя).

Прес-гранулятор – це той самий добре відомий гранулятор комбікорму, в який засипають замість зерна – тирсу.

Плюси:

- чудове співвідношення ціна / продуктивність.

Мінуси:

- можна робити тільки брикети дрібної фракції;
- потрібно більш дрібне подрібнення сировини;
- вимагає підготовки сировини з додаванням сполучної речовини для щільного брикетування (крохмаль 2-3%).

У комплектації лінії по виробництву паливних брикетів разом з пресом часто знаходяться різноманітні пристосування, що дозволяють удосконалити кінцеву продукцію:

- міксери для змішування домішок (наприклад, лігніну);
- насадки для нарізки певних форм брикетів;
- зволожувачі для пересушеної сировини.

На виході отримують дрова з тирси, які проходять додаткову термічну обробку і відрізаються в один розмір спеціальним ножем.

Євробрикети упаковують в целофан, що служить надійним захистом від вологи і зовнішніх впливів. Упаковку паливних брикетів проводять в

автоматичному режимі на спеціальній машині. Потім готові пачки вантажаться на палети. Зовнішній вигляд товару повинен вказувати на якість його виробництва, тому від упаковки будуть в деякій мірі залежати показники реалізації.

1.4. Аналіз напрямків щодо можливого поліпшення якісних характеристик екодров

Для пошуку шляхів удосконалення характеристик паливних брикетів звернемо свою увагу на їх недоліки:

1. Вартість. На перший погляд паливні брикети дорожче дров.
2. Боязнь вологи. Вологі брикети розсипаються. Їм критично важливі умови зберігання: в закритому провітрюваному приміщенні.
3. Зустрічаються погані брикети. При покупці брикетів, не завжди можна переконатися в матеріалі, з якого вони зроблені. До деревних брикетів можуть додавати все підряд: м'які породи дерева, гнилу, стару, неякісну або оброблену хімією деревину і т. д. Це створює об'єм, але знижує якість брикетів.

Міф про високу вартість євродров вже був розвіяний раніше (див. п. 1.1) при перерахуванні виробництва 1 ккал теплової енергії за допомогою дров і брикетів. До цього можна лише додати, що заготівля дров, як правило, шкодить екології, а виробництво паливних брикетів навпаки сприяє її покращенню, так як по своїй суті є способом утилізації відходів деревообробної та сільськогосподарської промисловості. І тим самим зберігає ліси від вирубки.

Боязнь вологи – серйозний біч євродров. Відкрите зберігання призводить до натягування вологи з повітря, що в свою чергу призводить до погіршення паливних характеристик брикетів і до їх механічного руйнування. Саме тому упаковка в термоусадочну плівку – обов'язкова, щоб

брикети зберегли сухість на рівні 4% вологості. Однак навіть герметична упаковка легко порушується при неналежному зберіганні і перевезенні.

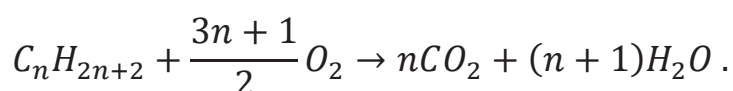
Тут є поле для творчості по покращенню гігроскопічних властивостей паливних брикетів.

Наприклад, вологостійкість паперу істотно поліпшується в процесі парафінізації. Парафіновий папір використовується для упаковки карамелі і цукерок, а також для сирних виробів, для плавлених сирків та інших подібних виробів. Крім того, такий папір застосовується для упаковки металу і різних виробів з нього, що захищає метал від корозії.

В даний час виготовляється парафінований папір різної щільності і з різною масовою часткою парафіну (від 25 до 50%). Парафінований папір виготовляється на просочувальній машині способом двостороннього просочення паперу-основи парафіном при температурі 75-85°C [16].

Також, парафінізацію застосовують при виробництві деревостружкових плит для підвищення їх водостійкості. Для цього використовуються гідрофобні речовини: парафін, церезин, вазелін, віск і т. п. Найбільш широко використовується парафін або емульсії на його основі. Введення 0,5-1,0% парафіну від маси стружки значно зменшує водопоглинання і розбухання деревостружкових плит. Розплавлений і нагрітий до 70-80°C парафін вводиться в стружки через індивідуальну форсунку, куди одночасно подається нагріте до 180-200°C повітря [7].

Варто звернути увагу, що крім поліпшення волого- і водовідштовхувальних властивостей, парафін ще є хорошим і дешевим паливом. Технічний парафін коштує близько 40 грн за кілограм. Він абсолютно нетоксичний. Його застосовують, в тому числі, в харчовій промисловості, косметології та медицині. При його згоранні утворюється тільки вуглекислий газ і пари води:



Проблема використання парафіну як палива зумовлена тим, що його важко запалити. Тому що, парафін в чистому вигляді не горить (як бензин або дрова). Горять тільки його пари. Тому парафін практично неможливо запалити без гнота, полум'я від якого і ініціює випаровування парафіну.

При нагріванні до 400°C молекули парафіну рвуться на вуглеводневі радикали, які легко вступають в реакцію з киснем повітря. Відбувається радикальне окислення парафіну киснем з виділенням великої кількості тепла у вигляді полум'я. Його теплотворність знаходиться на рівні інших нафтопродуктів (6000-7200 ккал/кг) [15].

Варто зауважити, що туристи для розпалювання багаття часто користуються саморобними паливними брикетами з пресованого газетного паперу, просоченого парафіном. Один такий брикет у вигляді таблетки горить приблизно 7-10 хвилин, що в 2,5-3 рази довше, ніж непросочений [10]. Такі брикети набагато дешевше сухого спирту і не бояться вологи.

З усього вищесказаного можна зробити припущення, що просочення парафіном сировини для виготовлення паливних брикетів позитивно позначиться на їх теплотворних здібностях, істотно збільшить час активного горіння євродров і спростить умови упаковки і зберігання.

Крім того, основна проблема при пресуванні в пресі-екструдері полягає в тому, що швидко зношуються вузли підвищеного тертя – шнек і фільєра. Додаючи парафін в сировину можна трохи знизити тертя вузлів за рахунок утворення мастила і тим самим збільшити термін їх служби. Однак, надмірне додавання парафіну може істотно зменшити тиск в пресі-екструдері, що погіршить якість одержуваних екодров.

Мета та задачі

Мета. Розробити модуль парафінізації паливних брикетів, що дозволить поліпшити їх теплотворні характеристики, збільшить час активного горіння і спростить умови упаковки і зберігання за рахунок вологовідштовхуючих властивостей парафіну.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- розробити модуль парафінізації сировини;
- визначити його місце в технологічному ланцюгу;
- розрахувати параметри форсунки для вприскування парафіну;
- розрахувати енергетичні витрати на етапі парафінізації;
- розробити заходи по очищенню форсунки від залишків парафіну перед закінченням робіт.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МОДУЛЯ ПАРАФІНІЗАЦІЇ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ

2.1. Розробка модуля парафінізації сировини

Перш ніж почати розробку модуля парафінізації, необхідно визначитися зі способом введення парафіну в вихідну сировину.

Є експериментальні дані отримання паливних брикетів з целюлозовмісних відходів деревообробної промисловості та сільського господарства з додаванням парафіну [17].

Спосіб отримання паливних брикетів включає перемішування подрібнених деревних відходів з 20-30% розчином нітрату целюлози в органічному розчиннику, додавання в суміш подрібненого парафіну і перемішування при 14-20°C, брикетування суміші і подальшу сушку з рекуперацією розчинника.

Авторами було виготовлено кілька дослідних зразків паливних брикетів з різним процентним вмістом парафіну, які тестували на займистість, стійкість горіння до і після зволоження, міцність при транспортуванні і падінні з висоти та ін.

В результаті проведених експериментів автори прийшли до висновків:

1. при наявності в складі зразків 5-10% парафіну відбувається рівномірне спокійне просування фронту полум'я, тобто парафін виступає стабілізатором горіння;
2. при збільшенні вмісту парафіну більше 10% зразок погано пресується, стає крихким, неміцним, непридатним для транспортування.

Виходячи з цього, немає сенсу збільшувати концентрацію парафіну в брикетах більше 10%.

Додавання подрібненого парафіну в вихідну сировину – найпростіший спосіб. Крім того, можна досить точно розрахувати після зважування

процентний вміст парафіну в вихідному виробі. Однак суттєвим недоліком такого способу є складність або неможливість оперативної зміни частки парафіну в межах однієї партії. Також він непридатний при безперервному виробництві.

Більш цікавим є спосіб введення парафіну в вихідну сировину, який застосовують при виробництві деревостружкових плит для підвищення їх водостійкості.

Розплавлений і нагрітий до 70-80°C парафін вводиться в дерев'яні стружки через індивідуальну форсунку, в яку одночасно подається нагріте до 180-200°C повітря [7]. Так, введення 0,5-1,0% парафіну від маси стружки, значно зменшує водопоглинання і розбухання деревостружкових плит.

Такий спосіб введення дозволяє виконувати оперативне регулювання масової частки парафіну в вихідному виробі шляхом зміни тривалості ввімкненого і вимкненого станів форсунки. Крім того, при такому способі можна використовувати парафін будь-якої форми випуску: кусковий, гранульований, у вигляді пластівців та ін.

Пневматична схема такого способу вприскування парафіну представлена на рис. 2.1.

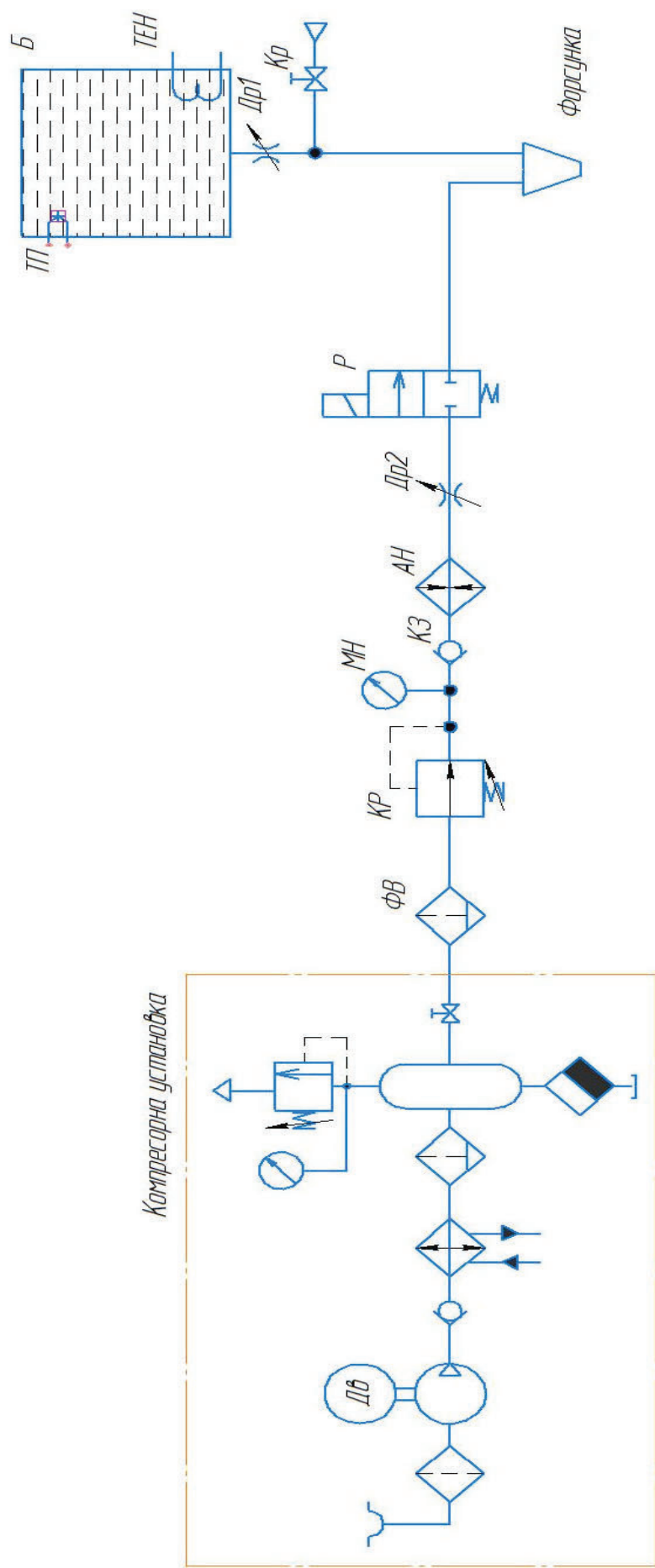


Рис. 2.1.1. Пневматична схема системи вприску парафіну

Парафін засипається в накопичувальний бак *Б*, де він за допомогою *ТЕНа* плавиться і нагрівається до температури 70-80°C. Температура контролюється термopарою *ТП*. Далі через дросель *ДР1* він надходить на перший вхід *форсунки*.

Стисле повітря від компресорної установки проходить через спіраль *АН* і нагріваючись в ній до 180-200°C потрапляє на пневморозподільник *Р*. Налаштуванням тривалостей ввімкненого і вимкненого станів управляється впорискування парафіну. З виходу пневморозподільника нагріте повітря приходить на другий вхід *форсунки*.

2.2. Місце модуля парафінізації в технологічному ланцюгу виробництва

Для досягнення однорідного дозованого вмісту парафіну в паливних брикетах необхідно, щоб його впориск проводився на сировину, що переміщається відносно форсунки з постійною швидкістю.

При виробництві брикетів типу *RUF* найкращим місцем для розташування форсунки буде проміжок між бункером-дозатором *1* і камерою попереднього ущільнення *3* гідравлічного преса (див. рис. 1.7). При завантаженні камери попереднього ущільнення *3* за допомогою шнека *2* сировина рухається з постійною швидкістю і може бути дозовано впорискана парафіном. У процесі пресування шнек *2* зупинений, і форсунка теж повинна бути заблокована за допомогою пневморозподільника *Р* (див. рис. 2.1).

При виробництві брикетів типу *Pini Kay* форсунка повинна бути встановлена над подаючою частиною шнека *4* (див. рис. 1.8). Тут ще сировина рухається з постійною швидкістю і може бути дозовано впорискана парафіном. Паливний брикет формується далі, в конусній частині шнека *5* безперервним способом під високим тиском і температурі нагріву матриці 180-200°C.

Тут варто звернути особливу увагу на момент техніки безпеки, а саме на те, що парафін характеризується температурою кипіння в межах 300-400°C і температурою спалаху не нижче 160°C; самозаймання можливо в межах 310-435°C.

Запалення може виникнути тільки при наявності теплового імпульсу (іскри, відкритого полум'я, нагрітого тіла і т.п.) [19, 22].

Це знайшло відображення в «Правилах безпеки при експлуатації на нафтопереробних заводах».

У нашому випадку температура нагріву матриці прес-екструдера 180-200°C, що

1. значно нижча температури самозаймання парафіну (310-435°C);
2. трохи вища температури спалаху (160°C);
3. відсутній тепловий імпульс;
4. мала кількість кисню в процесі пресування брикетів.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що парафінізація паливних брикетів не створює ризик займання в процесі виробництва і цілком відповідає правилам техніки безпеки.

2.3. Розрахунок параметрів форсунки для вприскування парафіну

Для проведення модернізації установки по виробництву паливних брикетів виберемо, наприклад, прес-екструдер *FG-600* фірми *Pini Kay* (Австрія).

Його шнек з наконечником, виготовленим зі сталі підвищеної зносостійкості, має середній термін роботи 500-800 год. Діаметр внутрішнього отвору в брикеті – 15 мм, діаметр брикету – 62 мм. Розмір пресованих частинок – 1х2х3 мм, витрата матеріалу (стружка, дрібна фракція) на 1 тонну брикетів – в співвідношенні 1:5-1:15.

Продуктивність преса – 600 кг/год, потужність приводу – 45 кВт, число обертів гвинта – 885 хв⁻¹, щільність брикету – 1300 кг/м³, вологість

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
						40
Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата		

пресованої маси – до 10%, теплота згоряння брикетів – 4100-4700 ккал/кг, зольність – 0,7% [2].

Для вприскування парафіну вибираємо пневматичну форсунку з зовнішнім підведенням рідини (парафіну) і внутрішнім підведенням газу (повітря) (рис. 2.2) [14].

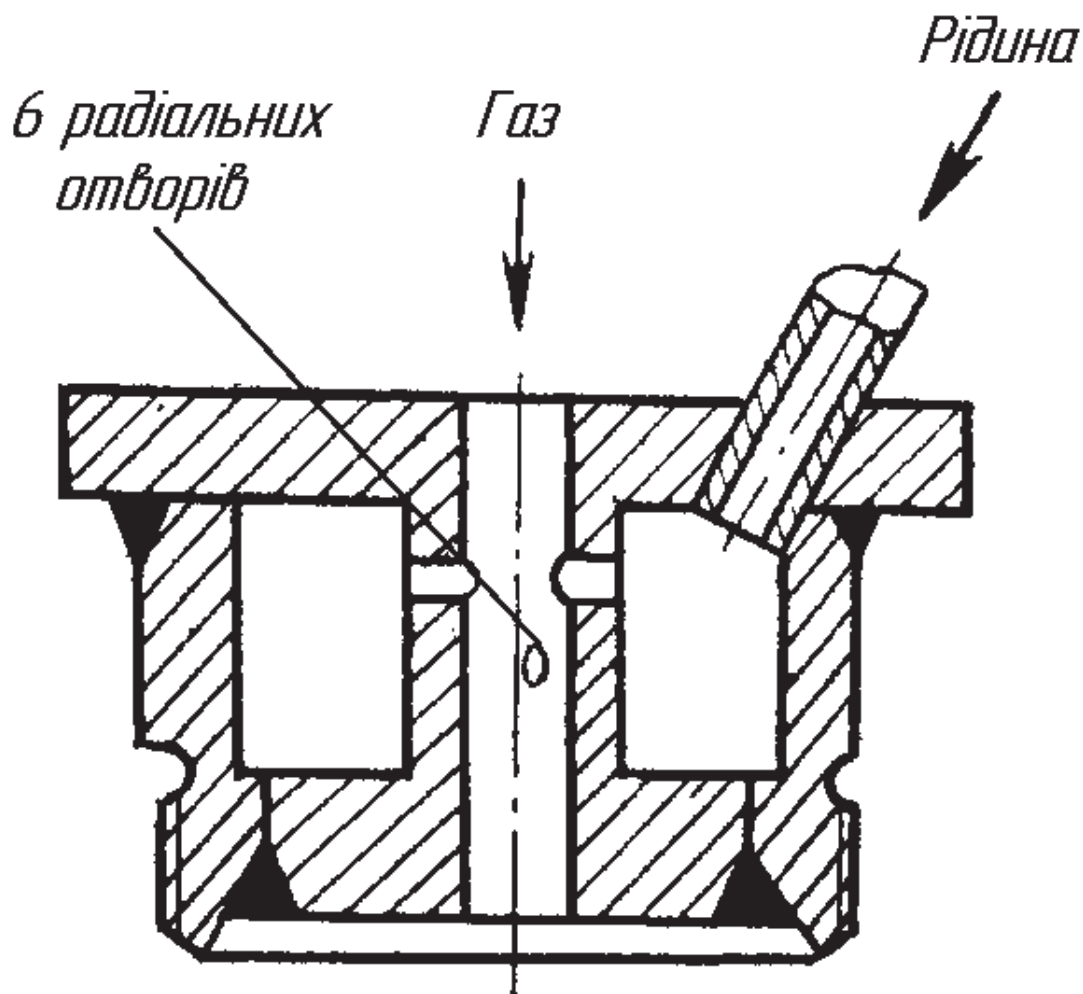


Рис. 2.2. Пневматична форсунка [14]

Пневматичні форсунки широко використовуються для розпилення в'язких рідин і розчинів. Їх застосування особливо доцільно, якщо в розчині містяться тверді частинки. Великі розміри прохідних перетинів каналів форсунки значно знижують вірогідність їх засмічення [14].

Зм.	Арк	ПІБ	Підпис	Дата

МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ

Лист

41

У таких форсунках процес розпилення рідини в основному відбувається в вихідному соплі форсунки, і в цьому випадку маса газового потоку порівняна з масою розпилюваної рідини.

Для розрахунку параметрів газорідинної форсунки з периферійною подачею рідини скористаємося методикою, викладеною в [14]. Визначимося з вихідними даними для розрахунку:

- тиск повітря на вході і виході з форсунки

$$p_{\text{вх}} = 3 \text{ бар} = 300 \text{ кПа}; p_K^* = 100 \text{ кПа};$$

- температура повітря на вході в форсунку $T_{\text{вх}}^* = 200^\circ\text{C} = 473 \text{ K}$;
- коефіцієнт стисливості повітря при 200°C $k_{\text{св}} = 1,00$;
- перепад тиску парафіну в вихідному соплі форсунки

$$\Delta p_{\text{п}} = 400 \text{ кПа};$$

- відносна витрата парафіну $\alpha = 0,77$;
- температура надходження в форсунку парафіну

$$T_{\text{п}}^* = 80^\circ\text{C} = 353 \text{ K};$$

- щільність парафіну при 80°C $\rho_{\text{п}} = 760 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;
- діаметр вихідного сопла і площа його поперечного перерізу

$$D = 5 \text{ мм} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}; F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 1,96 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2;$$

- кут між віссю струменя парафіну біля входу в повітряний потік і прямою, паралельною вісі вихідного каналу форсунки $\theta = 90^\circ$;
- число каналів для подачі рідини $n = 6$.

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата		42

1. Визначаємо газодинамічні параметри повітря в форсункі. Режим руху повітря в соплі форсунки критичний, тому газодинамічна функція наведеної щільності потоку маси $q(\lambda) = 1$, а коефіцієнт зменшення витрат газу $\varepsilon(\lambda) = 0,634$.

2. Радіальна складова початкової швидкості парафіну при коефіцієнті швидкості $\varphi_{\text{СК}} = 0,81$ складе

$$w_r = 4,47 \varphi_{\text{СК}} \sin \theta \sqrt{\frac{\Delta p_{\text{П}}}{\rho_{\text{П}}}} = 4,47 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{40000}{760}} = 26,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

3. Час руху парафіну по осі форсунки

$$t_{\text{ц}} = \frac{D}{2w_r} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 26,3} = 9,51 \cdot 10^{-5} \text{ с} = 95,1 \text{ мкс}.$$

4. Швидкість повітря у вихідному перерізі форсунки

$$w_{\text{ВП}} = 18,3 q(\lambda) \sqrt{T_{\text{ВХ}}^*} = 18,3 \cdot 1 \cdot \sqrt{473} = 398 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

5. Щільність повітря в форсункі

$$\rho_{\text{ВП}} = 3,48 \varepsilon(\lambda) \frac{p_{\text{ВХ}}^*}{k_{\text{СВ}} T_{\text{ВХ}}^*} = 3,48 \cdot 0,634 \cdot \frac{300}{1,00 \cdot 473} = 1,40 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

6. Медіанний діаметр крапель розпиленого парафіну визначаємо з графіку на рис. 2.3.

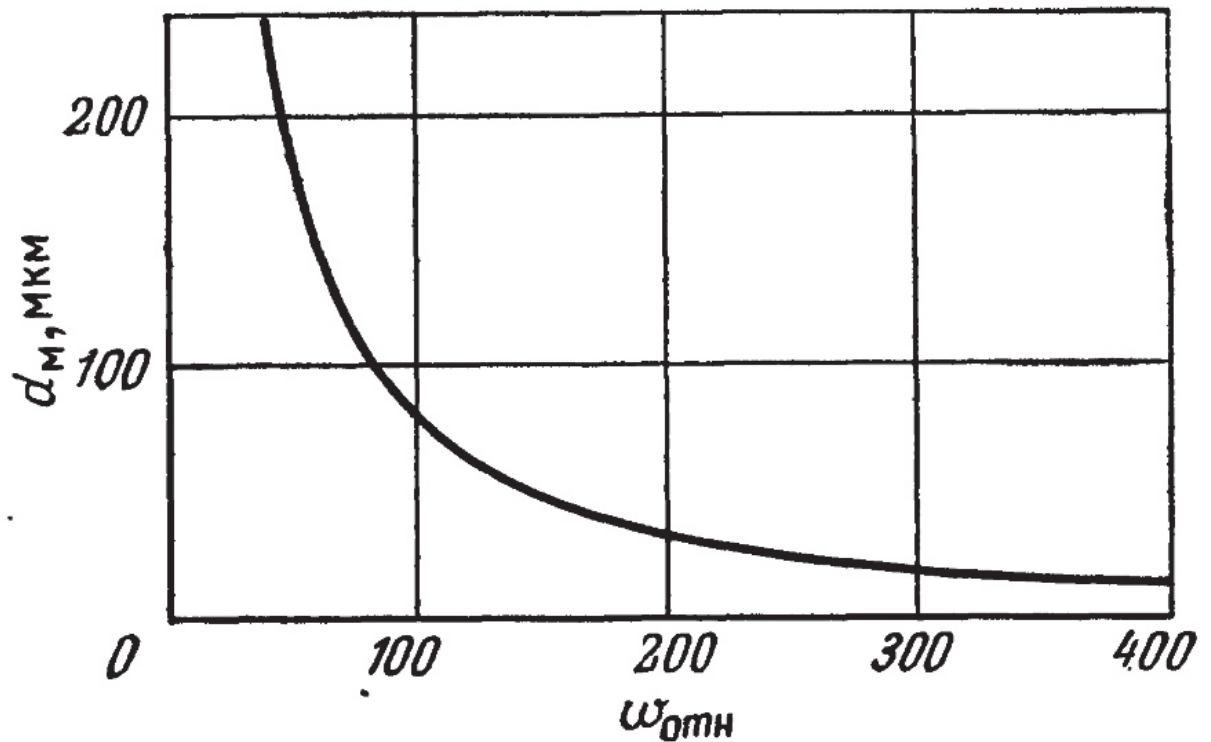


Рис. 2.3. Залежність медіанного діаметра крапель від відносної швидкості повітря в вихідному каналі форсунки ($P_{\text{вх}} = 300$ кПа) [14]

У нашому випадку $d_m = 16,2 \text{ мкм} = 1,62 \cdot 10^{-5} \text{ м}$.

7. Секундна масова витрата повітря через форсунку без подачі в неї парафіну визначається залежністю

$$m_b = 4,03 \cdot 10^3 \mu_b F q(\lambda) \frac{p_{\text{вх}}^*}{\sqrt{T_{\text{вх}}^*}} =$$

$$= 4,03 \cdot 10^3 \cdot 0,95 \cdot 1,96 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{300}{\sqrt{473}} = 0,010 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

де коефіцієнт витрати повітря μ_b прийнятий рівним 0,95.

Для прийнятої відносної витрати парафіну можна очікувати $\varepsilon_3 = 0,5$.

Тоді

$$m_{\text{вп}} \approx 0,5 \cdot 0,010 = 0,005 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Витрата парафіну визначається з рівняння

$$m_{\Pi} = \frac{\alpha}{1-\alpha} m_{\text{ВП}} = \frac{0,77}{1-0,77} \cdot 0,005 \approx 0,017 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

8. Коефіцієнт стиснення струменя парафіну

$$k_{\text{СП}} = \frac{0,75\psi\rho_{\text{В}}}{\rho_{\Pi}d_{\text{М}} \cdot 10^{-6}}.$$

Внаслідок великої швидкості руху повітря відносно крапель парафіну коефіцієнт опору краплі ψ приймається рівним 0,43.

Тоді

$$k_{\text{СП}} = \frac{0,75 \cdot 0,43 \cdot 1,40}{760 \cdot 16,2 \cdot 10^{-6}} = 36,7.$$

9. Співвідношення швидкості краплі і повітря з врахуванням того, що початкова складова осьової швидкості краплі $w_0 = 0$

$$\begin{aligned} \frac{w_{\text{К}}}{w_{\text{ВП}}} &= (1-\alpha) \left(1 - \frac{1}{1 + w_{\text{ВП}} k_{\text{СП}} t_{\text{Ц}}} \right) = \\ &= (1 - 0,77) \left(1 - \frac{1}{1 + 398 \cdot 36,7 \cdot 9,51 \cdot 10^{-5}} \right) = 0,134. \end{aligned}$$

10. Витрата повітря через форсунку визначається за формулою

$$m_{\text{ВП}} = \varepsilon_3 m_{\text{В}}.$$

Для вирішення цього рівняння необхідно визначити значення коефіцієнта захаращення сопла форсунки ε_3 . Попередньо підраховуються значення величини b_1 і A за формулами

$$b_1 = \frac{60}{\pi} f q(\lambda) \frac{\mu_B p_{BX}^*}{\rho_{\Pi} w_K \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right) \sqrt{T_{BX}^*}} =$$

$$= \frac{60}{3,14} \cdot 4,03 \cdot 1 \cdot \frac{0,95 \cdot 300}{760 \cdot (0,134 \cdot 398) \cdot \left(\frac{1}{0,77} - 1 \right) \sqrt{473}} = 0,0833 ;$$

$$A = \frac{\pi}{4} c \left(1 - \frac{w_K}{w_{B\Pi}} \right) \cdot \sqrt[3]{b_1^2} = \frac{3,14}{4} \cdot 2 \cdot (1 - 0,134) \cdot \sqrt[3]{0,0833^2} = 0,259 .$$

У свою чергу, для знаходження величини A з графіка, наведеного на рис 2.4, визначається коефіцієнт c , який в нашому прикладі для $\alpha = 0,77$ дорівнює 2. По знайденому значенню $A = 0,259$ з графіка, представленого на рис 2.5, встановлюємо потрібну величину $\varepsilon_3 = 0,82$.

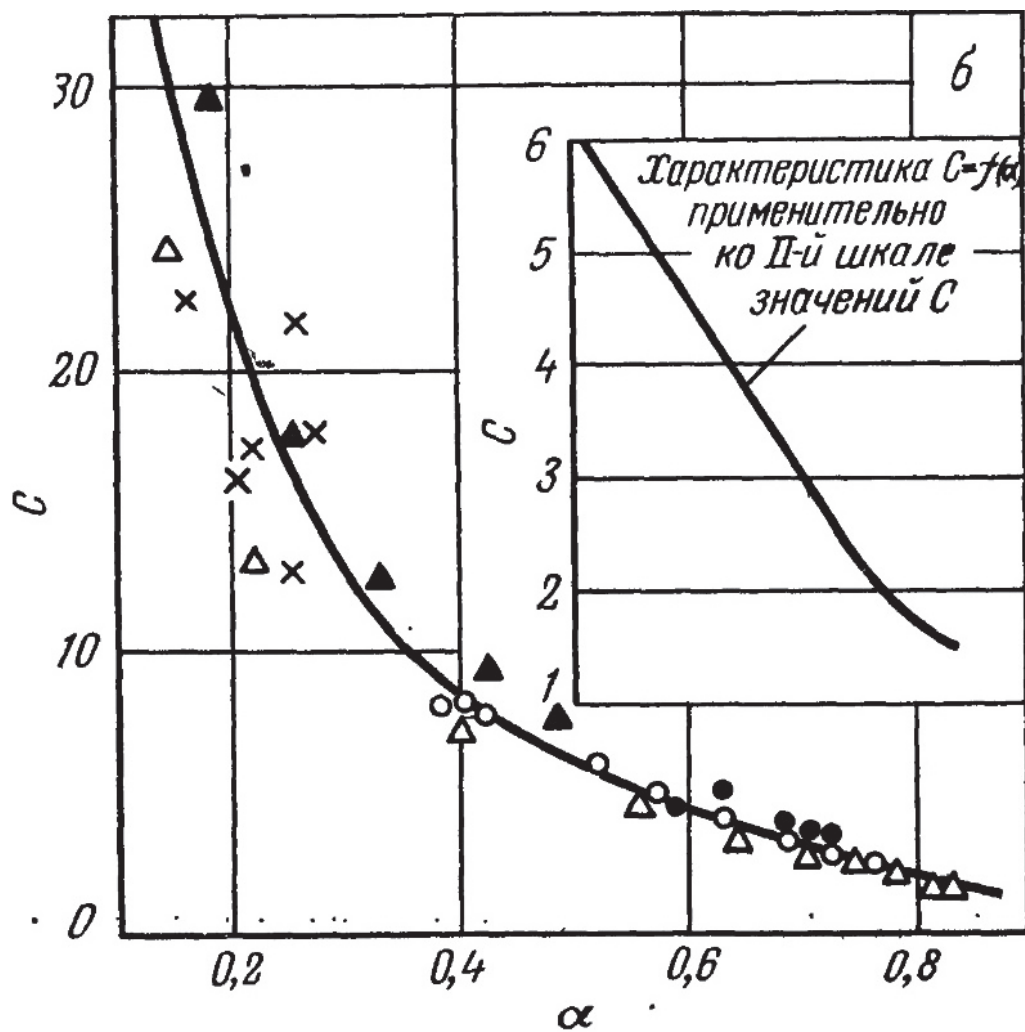


Рис. 2.4. Залежність коефіцієнта c від відносної витрати рідини для форсунки з периферійної подачею рідини [14]

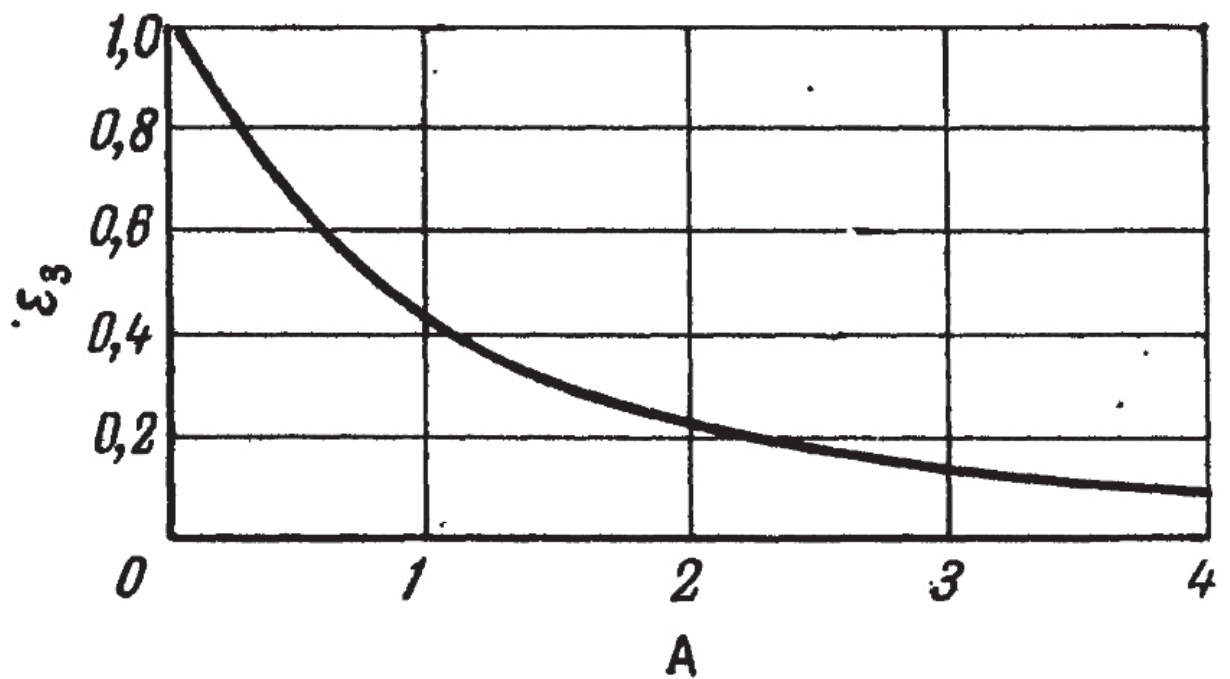


Рис. 2.5. Залежність коефіцієнта зменшення витрати газу від геометричної характеристики форсунки [14]

Тоді

$$m_{\text{вп}} = 0,82 \cdot 0,010 = 0,0082 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Коефіцієнт витрати форсунки при спільній подачі повітря і парафіну

$$\mu_{\text{вп}} = \varepsilon_z \mu_{\text{в}} = 0,82 \cdot 0,95 = 0,779.$$

11. Витрата парафіну через форсунку

$$m_{\text{п}} = \frac{\alpha}{1-\alpha} m_{\text{вп}} = \frac{0,77}{1-0,77} \cdot 0,0082 = 0,0275 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

12. Співвідношення динамічних напорів парафіну і повітря в вихідному каналі форсунки

$$\beta = \frac{2\varphi^2 \Delta p_{\Pi}}{\rho_B w_{B\Pi}^2} = \frac{2 \cdot 0,81^2 \cdot 400 \cdot 10^3}{2,24 \cdot 398^2} = 1,48.$$

З графіка на рис. 2.6 по знайденому значенню β визначаємо коефіцієнт витрати $\mu_{\Pi} = 0,57$.

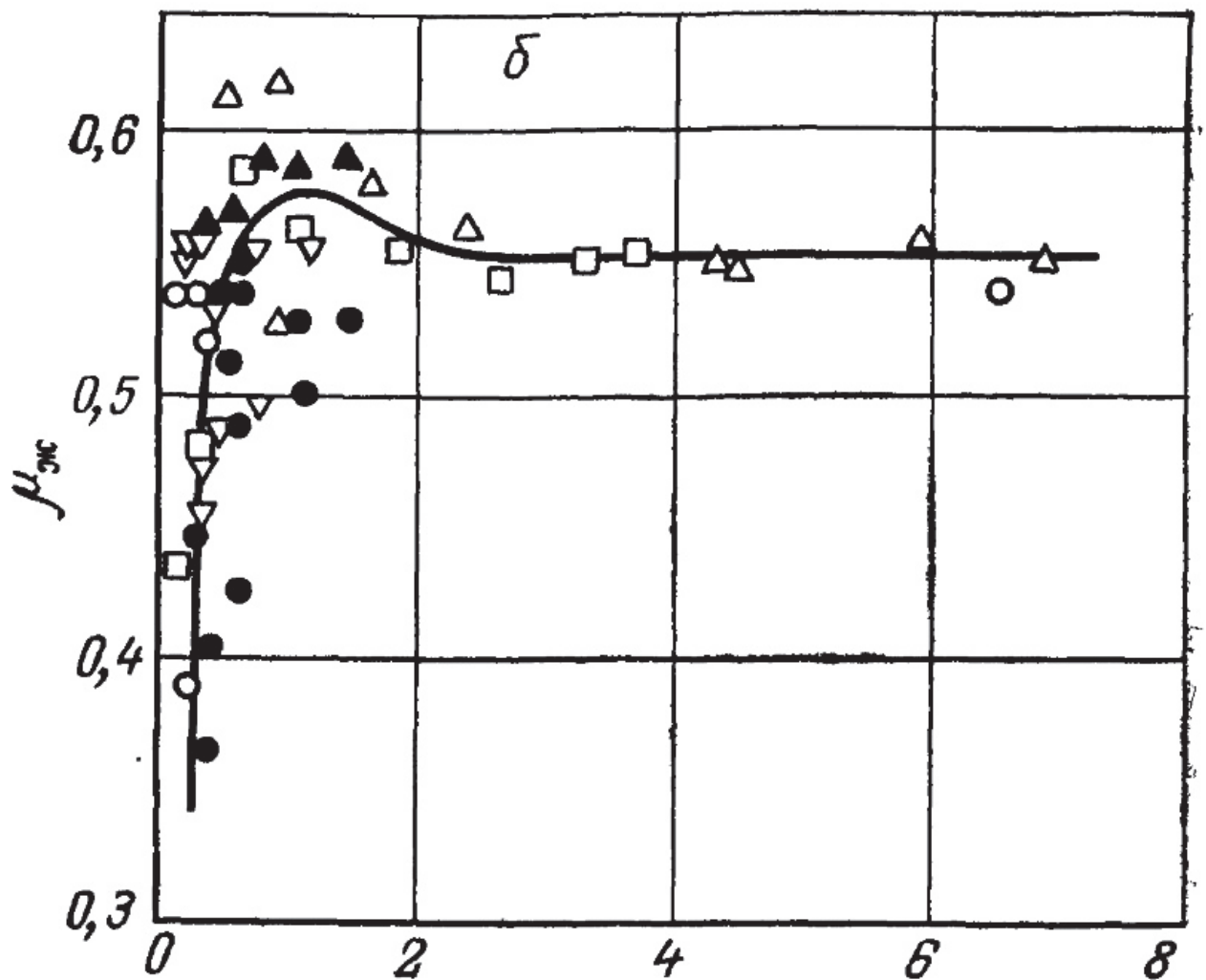


Рис. 2.6. Залежність експериментальних значень коефіцієнта витрати рідини від відносних динамічних напорів рідини і газу для форсунки з периферійною подачею рідини [14]

13. Площа поперечного перерізу каналів для подачі парафіну

$$F_{\Pi} = \frac{m_{\Pi}}{\mu_{\Pi} \sqrt{2\rho_{\Pi} \Delta p_{\Pi}}} = \frac{0,0275}{0,57 \sqrt{2 \cdot 760 \cdot 400 \cdot 10^3}} = 1,96 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \approx 2,0 \text{ мм}^2.$$

14. Діаметр каналу для подачі парафіну

$$d = 2 \sqrt{\frac{F_{\Pi}}{\pi n}} = 2 \sqrt{\frac{1,96 \cdot 10^{-6}}{3,14 \cdot 6}} = 0,645 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 0,645 \text{ мм}.$$

Визначимо процентний вміст парафіну в паливних брикетах при безперервній роботі такої форсунки. Продуктивність преса

$$m_6 = 600 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = \frac{600}{3600} \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 0,167 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Якщо в цій масі брикетів міститиметься $m_{\Pi} = 0,0275$ кг парафіну, то це в процентному співвідношенні складе

$$a_{\Pi \max} = \frac{0,0275}{0,167} \cdot 100\% = 16,5\%.$$

Це з запасом забезпечує максимальний вміст парафіну 10%, передбачуване в п. 2.1 з точки зору механічної міцності виготовлених брикетів. Налаштуванням тривалості ввімкненого і вимкненого станів пневморозподільника P (див. рис. 2.1) можна управляти процентним вмістом парафіну в паливних брикетах.

2.4. Розрахунок енергетичних витрат на процес парафінізації

Основними споживачами електроенергії в модулі, що розробляється є:

- компресор;
- ТЕН для нагріву повітря;
- ТЕН для нагріву парафіну.

2.4.1. Компресор

Зупинимо свій вибір на компресорі *Tagore TG218* виробництва Китай з основними параметрами:

- тиск 3,1 бар;
- потужність 95 Вт;
- продуктивність 23 л/хв.

Це потужний, компактний, безмасляний поршневий компресор, який забезпечує тиху, надійну роботу і не вимагає обслуговування. Обладнаний автоматичним регулятором тиску, вимикає / вмикає компресор.

Продуктивність компресора

$$V_k = 23 \frac{\text{л}}{\text{хв}} = 23 \cdot 60 = 1380 \frac{\text{л}}{\text{год}}.$$

Маса обсягу повітря V_k при тиску 3 бар складе

$$m_k = V_k \rho_v = 1380 \cdot 1,40 = 1930 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

Витрата повітря через форсунку

$$m_{\text{вп}} = 0,0082 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 0,0082 \cdot 3600 = 29,5 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
						51
Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата		

Споживана компресором електроенергія на виробництво брикетів при максимальному завантаженні форсунки складе

$$W_k = \frac{m_{\text{вп}}}{m_k} \cdot P_k = \frac{29,5}{1930} \cdot 95 = 1,45 \text{ Вт} \cdot \text{год}.$$

Для виробництва брикетів з 5% вмістом парафіну потужність складе

$$W_{k5} = W_k \cdot \frac{a_{п5}}{a_{пmax}} = 1,45 \cdot \frac{5}{16,5} = 0,440 \text{ Вт} \cdot \text{год}.$$

2.4.2. ТЕН для нагріву повітря

ТЕН призначений для нагріву повітря з компресора до температури 180-200°C. Для цих цілей краще всього використовувати недорогий повітряний ТЕН з відкритою спіраллю (наприклад, фірми «Интмакс» (Україна) або подібний), поміщений в трубу. На виході нагрівача встановлюється датчик для контролю за температурою повітря, що виходить і управління нагріванням спіралі.

ТЕН можна вибрати потрібних розмірів і конфігурації з наявного ряду.

Для розрахунку потужності спіралі скористаємося рівнянням теплового балансу:

$$W_c = c_v m_{\text{вп}} (t_k - t_n) = 1005 \cdot 0,0082 \cdot (200 - 20) = 1480 \text{ Вт},$$

де c_v – теплоємність повітря, що дорівнює 1005 Дж/(кг·°C);

t_k, t_n – кінцева і початкова температури повітря.

Вибираємо спіраль потужністю 1,5 кВт. Так споживана ТЕНОм електроенергія на виробництво брикетів з 5% вмістом парафіну складе

$$W_{c5} = W_c \cdot \frac{a_{п5}}{a_{пmax}} = 1480 \cdot \frac{5}{16,5} = 448 \text{ Вт} \cdot \text{год}.$$

2.4.3. ТЕН для нагріву парафіну

ТЕН для нагріву парафіну призначений для плавлення твердого парафіну і його нагрівання в накопичувальному баці до температури 70-80°C. Для цих цілей краще всього підійде недорогий водяний ТЕН (наприклад, фірми «Интмакс» (Україна) або подібний), вбудований в нижню частину бака. У корпусі бака встановлюється датчик для контролю за температурою парафіну і управління нагріванням ТЕНа.

ТЕН можна вибрати потрібних розмірів і конфігурації з наявного ряду.

Витрата парафіну через форсунку

$$m_{вп} = 0,0275 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 0,0275 \cdot 3600 = 99,0 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

Для нагріву парафіну, що витрачається на виробництво брикетів, до температури плавлення 57°C потрібно потужність ТЕНа

$$W_{т1} = c_{тп} m_{п} (t_{п} - t_{н}) = 2900 \cdot 0,0275 \cdot (57 - 20) = 2950 \text{ Вт},$$

де $c_{тп}$ – теплоємність твердого парафіну, яка дорівнює 2900 Дж/(кг·°C);

$t_{п}, t_{н}$ – температура плавлення і початкова температура парафіну.

Для плавлення цієї ж кількості парафіну потрібно потужність ТЕНа

$$W_{т2} = \lambda_{п} m_{п} = 1,5 \cdot 10^5 \cdot 0,0275 = 4125 \text{ Вт},$$

де $\lambda_{п}$ – теплота плавлення парафіну, яка дорівнює $1,5 \cdot 10^5$ Дж/кг.

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
						53
Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата		

Для подальшого нагріву розплавленого парафіну до температури 80°C потрібно потужність ТЕНа

$$W_{T3} = c_{жп} m_{п} (t_{к} - t_{п}) = 2130 \cdot 0,0275 \cdot (80 - 57) = 1347 \text{ Вт},$$

де $c_{жп}$ – теплоємність рідкого парафіну, яка дорівнює 2130 Дж/(кг·°C);
 $t_{к}, t_{п}$ – кінцева температура і температура плавлення парафіну.

Повна споживана ТЕНом потужність за 1 годину роботи при максимальному завантаженні форсунки становить

$$W_T = W_{T1} + W_{T2} + W_{T3} = 2950 + 4125 + 1347 = 8420 \text{ Вт} \cdot \text{год.}$$

Вибираємо ТЕН на 10 кВт. Так споживана ТЕНом електроенергія на виробництво брикетів з 5% вмістом парафіну складе

$$W_{T5} = W_T \cdot \frac{a_{п5}}{a_{пmax}} = 8420 \cdot \frac{5}{16,5} = 2550 \text{ Вт} \cdot \text{год.}$$

2.4.4. Сумарні витрати електроенергії

Сумарні витрати електроенергії на парафінізацію брикетів з 16,5% вмістом парафіну за 1 годину виготовлення складуть

$$W = W_{к} + W_{с} + W_T = 1,45 + 1480 + 8420 \approx 9,9 \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

а з 5% вмістом парафіну

$$W_5 = W_{к5} + W_{с5} + W_{T5} = 0,440 + 448 + 2550 \approx 3,0 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

2.5. Підбір елементів пневматичної схеми

Для практичної реалізації даної розробки підберемо елементи пневматичної системи з робочим тиском 3 бар, табл. 2.1 – 2.10.

Таблиця 2.1

Компресор TagoreTG218 (Китай)

Тип двигуна	Асинхронний однофазний
Приєднувальна різьба ГОСТ 6111-52	K1/8"
Робочий тиск, бар:	
номінальний	3,1
мінімальний	2,1
Продуктивність, л/хв.	
максимальна	23
мінімальна	20
Об'єм ресиверу, л	0,3
Кількість манометрів	1
Напруга живлення, В	220
Частота мережі, Гц	50
Потужність, Вт	95
Маса, кг	2,4

Таблиця 2.2

Фільтр-вологівідділювач П-МК 01-064-3-УХЛ4

Умовний прохід, мм	6
Приєднувальна різьба ГОСТ 6111-52	K1/4"
Тиск, МПа	
номінальний	1,0
мінімальний	0,2
Максимальна витрата повітря при тиску 0,63 МПа, м ³ /хв.	0,18
Абсолютна тонкість фільтрації, мкм	10
Пропускна здатність K _v , м ³ /год, не менше	0,21
Ступінь вологовідділення, %	95
Корисна ємність резервуара для збирання конденсату, см ³	25
Маса, кг	0,3

Таблиця 2.3

Клапан редукційний ПКРТ.000 з манометром

Умовний прохід, мм	4
Приєднувальна різьба	K1/4"
Тиск, МПа	
номінальний	1,0
мінімальний	0,1
Пропускна здатність K _v , м ³ /хв.	0,2
Маса, кг	1,3

Таблиця 2.4

Пневмоклапан зворотний ПО-4-2

Умовний прохід, мм	4
Приєднувальна різьба	K1/8"
Тиск, МПа	
номінальний	1,0
мінімальний	0,1
Пропускна здатність K_v , м ³ /год	0,25
Маса, кг	0,05

Таблиця 2.5

ТЕН повітряний з відкритою спіраллю Интмакс (Україна)

Умовний прохід, мм	4
Приєднувальна різьба	K1/8"
Напруга живлення, В	220
Частота мережі, Гц	50
Потужність, кВт	1,5
Маса, кг	0,2

Таблиця 2.6

Дросель П-ДМ04-2 ДР1-4

Умовний прохід, мм	4
Приєднувальна різьба	K1/8"
Пропускна здатність K_v , м ³ /год	0,16
Пропускна здатність K_v через відкритий зворотний клапан, м ³ /год	0,32
Маса, кг	0,06

Таблиця 2.7

Пневморозподільник типу В63-11

Умовний прохід, мм	4
Приєднувальна різьба	K1/8"
Тиск номінальний, МПа	0,62
Робочий тиск мінімальний, МПа	0,2
Тиск керування, мінімальний, МПа	0,2
Пропускна здатність K_v , м ³ /год	0,75
Час спрацювання, с.	
включення	0,063
виключення	0,08
Маса, кг	0,72

Таблиця 2.8

ТЕН водяний Интмакс (Україна)

Напруга живлення, В	220
Частота мережі, Гц	50
Потужність, кВт	10
Маса, кг	0,2

Таблиця 2.9

Дросель гідравлічний YUKEN GCT-02-3280

Умовний прохід, мм	4
Приєднувальна різьба	K1/4"
Максимальний тиск, МПа	35
Пропускна здатність K_v , л/хв.	55
Маса, кг	0,34

Кран-гідровентиль В-4/320 УХЛ4

Умовний прохід, мм	4
Приєднувальна різьба	K1/4"
Максимальний тиск, МПа	35
Пропускна здатність K_v , л/хв.	25
Маса, кг	0,58

2.6. Заходи з очищення форсунки перед закінченням робіт

Перед зупинкою процесу виробництва брикетів необхідно звільнити форсунку і трубопровід від розплавленого парафіну, що залишився в них, щоб уникнути його затвердіння і утворення пробки.

Для цього в пневматичній схемі (див. рис. 2.1) передбачені елементи $Dp1$ і Kp , які при необхідності закривають подачу парафіну ($Dp1$) і відривають доступ повітря в трубопровід (Kp) для видалення розплавленого парафіну.

Дії обслуговуючого персоналу перед зупинкою процесу повинні бути наступними:

- закрити кран-гідродросель $Dp1$, тим самим зупинити подачу розплавленого парафіну в систему;
- відкрити кран-вентиль Kp для видалення залишків розплавленого парафіну з трубопроводу і форсунки;
- почекати кілька хвилин, щоб форсунка продулась гарячим повітрям для остаточного видалення залишків парафіну;
- закрити кран-вентиль Kp ;
- провести зупинку решти устаткування лінії з повним відключенням електроживлення.

Висновки до розділу

В даному розділі розроблено модуль парафінізації сировини для виробництва паливних брикетів, визначено його місце в технологічній лінії, зроблено вибір типу форсунки для вприскування розплавленого парафіну і розрахунок її параметрів. Проведено вибір елементів системи.

Додатково дана оцінка енергетичних витрат на парафінізацію в процесі виробництва паливних брикетів. Розроблено заходи з очищення форсунки і трубопроводу від залишків парафіну, щоб уникнути його затвердіння і утворення пробки перед закінченням робіт.

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
						60
Зм.	Арк	ПІБ	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ «КОРПУС ФОРСУНКИ»

В наш час велика увага приділяється підвищенню ефективності виробництва та інтенсифікації праці шляхом впровадження досягнень науково-технічного прогресу. Провідна роль у вирішенні даної проблеми відводиться машинобудуванню. Підвищення якості продукції та продуктивності праці, зниження питомої металоємкості машин та обладнання – всі ці завдання вирішує машинобудування. Саме тому технологічний процес виготовлення деталі має бути таким, щоб з найменшими витратами ресурсів забезпечити встановлений конструктором рівень якості.

Технологічний процес – це впорядкована послідовність взаємопов'язаних дій та операцій, що виконуються над початковими даними до отримання необхідного результату.

Технологічний процес являє собою сукупність різних операцій, у результаті виконання яких змінюються розміри, форма, властивості предметів праці, виконується з'єднання деталей у складальні одиниці й вироби, здійснюється контроль вимог креслеників і технічних умов.

3.1. Технологічний контроль креслення

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі, вихідним документом є її креслення. Технолог повинен проконтролювати робоче креслення деталі, у відповідності до ГОСТ 14.206-73. У креслення входять відомості, необхідні для якісного виготовлення деталі, які дають повне уявлення про її конструкцію, а також усі проекції, розрізи, перерізи, які пояснюють конфігурацію деталі.

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
						61
Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата		

Проаналізувавши креслення корпусу форсунки на рис. 3.1 можна сказати, що на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі, шорсткість усіх поверхонь позначена відповідно до ГОСТ 2789-73. Допуски та відхилення розмірів наведено відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82. Допуски форми і розміщення поверхонь проставлені відповідно до ГОСТ 24643-81.

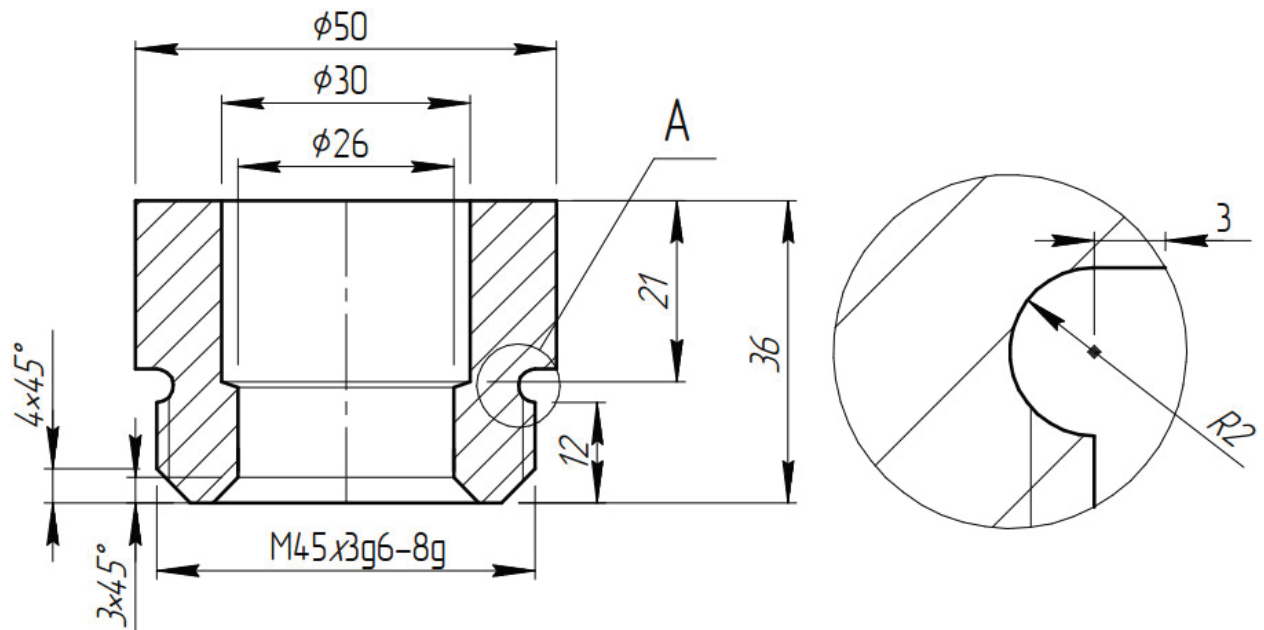


Рис. 3.1. Креслення деталі «Корпус форсунки»

3.2. Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі

Деталь «Корпус форсунки» є складовою частиною пневматичної форсунки, яка складається з двох частин – корпусу і сідла. Поєднання цих деталей утворює внутрішню камеру для периферійного підведення рідини форсунки. Кріплення деталей здійснюється пайкою припоєм ПОС 40 ГОСТ 21931-76.

Цю деталь можна віднести до класу спеціальних деталей. Деталь «Корпус форсунки» має отвір Ø26 мм з шорсткістю $Ra=1,6$ мкм який

переходить в отвір Ø30 мм з шорсткістю Ra=1,6 мкм. Габаритні розміри деталі – Ø50x36.

Корпус виготовляється з матеріалу бронза БрО5Ц5С5 ГОСТ 613-79, рекомендований для виробництва форсунок.

3.3. Вибір заготовки та його технічне обґрунтування

Вибрати заготовку – означає визначити спосіб її отримання, розрахувати або підібрати за таблицями припуски на механічну обробку усіх поверхонь і вказати допуски на виготовлення заготовки. Враховуючи малосерійний тип виробництва з економічної точки зору, матеріал деталі (бронза БрО5Ц5С5) та її конфігурацію у якості заготовки приймаємо круглий литий пруток Ø50_{-1,6} мм ГОСТ 24301-93 [6]. Ескіз заготовки наведено на рис. 3.2.

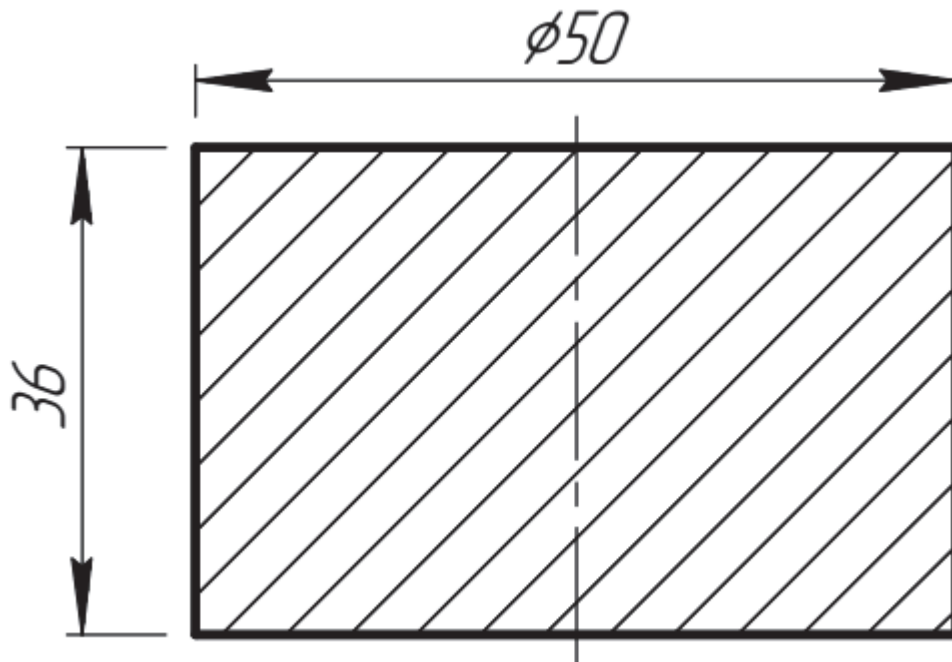


Рис. 3.2. Ескіз заготовки

3.4. Проектування типового технологічного процесу

3.4.1. Вибір типу обладнання, пристроїв та інструменту

Вибір типу обладнання, пристроїв та інструменту проводиться виходячи з типу виробництва. У даному випадку тип виробництва – одиничний. Одиничне виробництво характеризується застосуванням універсального обладнання (з розташуванням його в цехах за типами станків), універсальної оснастки, універсального робочого та вимірювального інструменту, які забезпечують виготовлення виробів порівняно широкої номенклатури.

Використання обладнання за часом має щільний характер: на одному верстаті виконуються декілька операцій і часто проводиться обробка деталей різних конструкцій і з різних матеріалів.

Пристосування для обробки деталей на верстатах мають універсальний характер, тобто можуть бути використані в різних випадках. Спеціальні пристосування не застосовують, або застосовують рідко, тому значні витрати на їх виготовлення економічно не виправдовуються.

Необхідний при цьому виді виробництва ріжучий інструмент також повинен бути універсальним, тому що через розмаїття оброблюваних деталей застосування спеціального інструменту економічно не доцільно.

Таким чином, виходячи із зазначених вище рекомендацій, вибираємо обладнання: універсальний токарно-гвинторізний верстат Т165ВЕ та слюсарний стіл.

3.4.2. Вибір типового технологічного процесу

На рис. 3.3 зображено послідовність оброблення поверхонь деталі «Корпус форсунки», а в табл. 3.1 наведено послідовність їх оброблення. Проте, при розробці технологічних процесів необхідно враховувати, що

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Арк	ПІБ	Підпис	Дата		64

похибки відхилення форми і, особливо, взаємного розташування оброблених поверхонь в основному визначаються точністю обладнання і пристроїв.

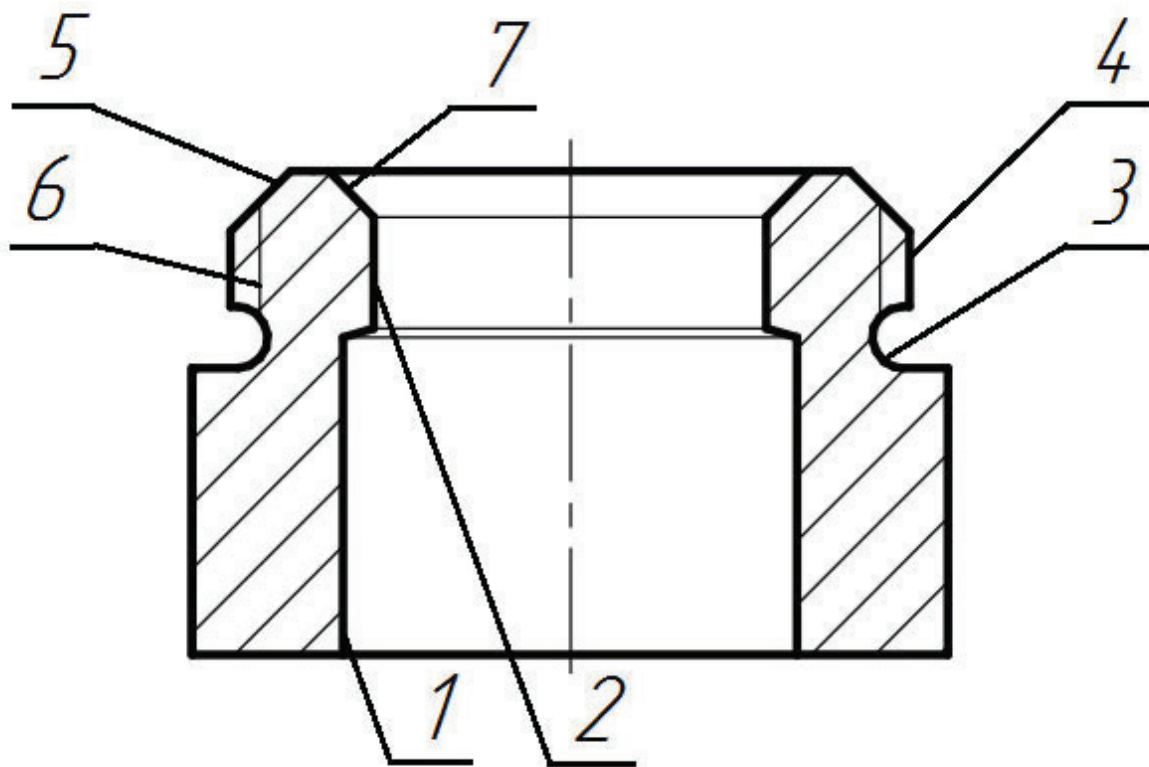
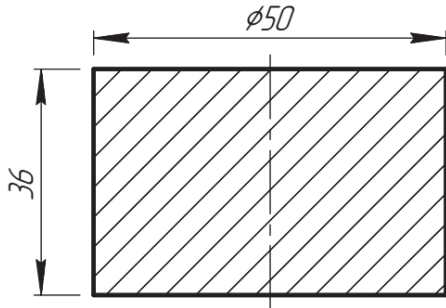
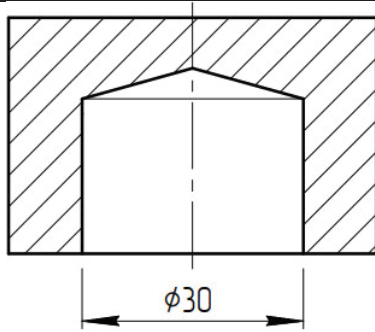
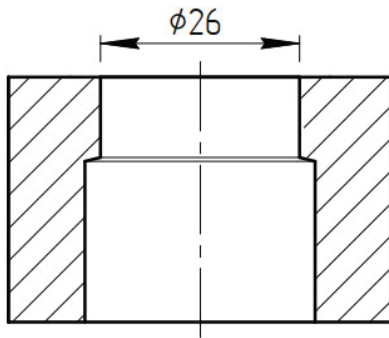
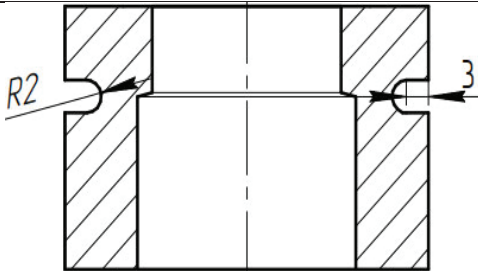


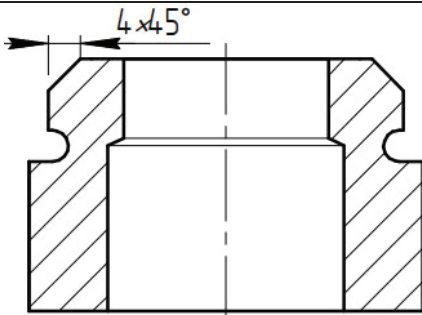
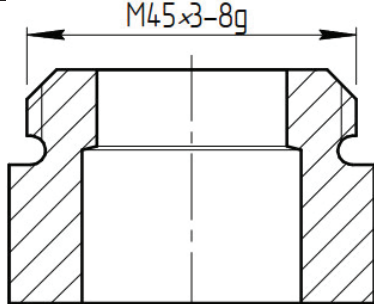
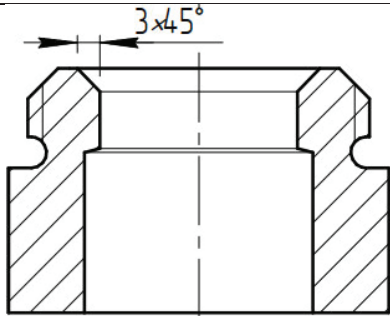
Рис. 3.3.Послідовність оброблення поверхонь деталі «Корпус форсунки»

Таблиця 3.1

Технологічна послідовність оброблення поверхонь деталі «Корпус форсунки» (маршрут механічної обробки)

№ операції	Назва операції	Робочий ескіз	Верстат, обладнання	Оснастка
1	2	3	4	5
10	Заготівельна		токарно-гвинторізний верстат T165BE	3-х кулачковий патрон
20	Свердління		токарно-гвинторізний верстат T165BE	3-х кулачковий патрон
30	Свердління		токарно-гвинторізний верстат T165BE	3-х кулачковий патрон
40	Точіння		токарно-гвинторізний верстат T165BE	3-х кулачковий патрон

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5
60	Точіння		токарно-гвинторізний верстат T165BE	3-х кулачковий патрон
70	Нарізування різьблення		токарно-гвинторізний верстат T165BE	3-х кулачковий патрон
80	Точіння		токарно-гвинторізний верстат T165BE	3-х кулачковий патрон
90	Слюсарна	Зачистити задирки, притупити гострі краї	Слюсарний стіл	Напилок, надфіль, наждачний папір
95	Промивна	Промити від стружки	Промивочна ванна	

3.4.3. Розробка маршрутного технологічного процесу

Виробничим процесом називається сукупність всіх зайнятих людей і знарядь виробництва, пов'язаних з переробкою сировини і напівфабрикатів в

заготовки, готові деталі, складальні одиниці і готові вироби на даному підприємстві.

Технологічний процес – частина виробничого процесу, яка містить дії, по зміні і подальшому визначенню стану предмета виробництва.

Технологічний процес безпосередньо пов'язаний із зміною розмірів, форм і властивостей оброблюваної деталі.

Весь технологічний процес виготовлення деталі «Корпус форсунки» представлений в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Технологічний процес виготовлення деталі «Корпус форсунки»

Операція		Назва інстр.	Арт.номер
10	Заготівельна	різець	JET 50000909
20	Свердління	свердло	Twistdrillbit 101017 3000
30	Свердління	свердло	Twistdrillbit 101017 2600
40	Точіння	різець	DIN 4963 301035 0008
50	Точіння	різець	DIN 4961 301030 0010
60	Точіння	різець	DIN 4945 301005 0010
70	Нарізування різьблення	плашка	DIN 13136015 0082
80	Точіння	різець	DIN 4961 301030 0010
90	Слюсарна	Напилок, надфіль, наждачний папір	
95	Промивна	Промивочна ванна	

Висновки до розділу

Розробка технологічного процесу є дуже важливою частиною будь якого виробництва, так як без організації процесу и при поганій організації, на виході матимемо, що наше виробництво є дуже дорогим чи недоцільним, деталі відповідно коштуватимуть дорого, і в кінці наші сподівання не виправдаються.

В даному розділі описані порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус форсунки»: технологічний контроль якості кресленика, аналіз службовогопризначення деталі та умов її роботи у вузлі, вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування, визначення припусків та допусків, призначення послідовності виконання операцій та проектування їх змісту, вибір устаткування та інструментів для кожної операції технологічного процесу та визначення елементів та режимів різання.

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
						69
Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при роботі в цеху виготовлення паливних брикетів

В цьому розділі проводиться аналіз охорони праці на робочому місці під час роботи в цеху виготовлення паливних брикетів. Розглянемо небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які впливають на працівника відповідно до класифікації, наведеної у ГОСТ 12.0.003-74 [3]. Робоче місце знаходиться в цеху виготовлення паливних брикетів. Відповідно до цього на працівника діють небезпечні виробничі фактори.

4.1.1. Фізичні фактори

Рухомі машини і механізми; рухомі частини виробничого обладнання. Джерелами є механізми і апарати, задіяні у виробництві паливних брикетів (подрібнювач сировини, електросушарка, прес-екструдер, обрізувач брикетів та ін.).

Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися крізь тіло людини. Джерелами є електронагрівальні пристрої, електродвигуни, спеціальні пристрої. Підвищена вологість і висока температура повітря під час роботи з технічним електрообладнанням цеху, пари води і парафіну, піролізні гази можуть руйнувати ізоляцію проводів, різко погіршуючи її діелектричні властивості, і, отже, сприяють переходу напруги на неструмопровідні частини електроустаткування.

Підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів. Джерелом є поверхні, що мають високу температуру (ТЕНи, накопичувальний бак з парафіном, прес-екструдер та ін.). Всі вони сприяють підвищенню температури робочої зони і створюють небезпеку опіку.

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата		70

Підвищена температура повітря робочої зони. Джерело – електронагрівальні прилади – ТЕНи, накопичувальний бак з парафіном, прес-екструдер та ін.

Підвищений рівень електромагнітних випромінювань. Головним джерелом є електродвигуни. Частина електромагнітної енергії з електродвигуна випромінюється в навколишній простір.

Підвищений рівень шуму на робочому місці. Джерело – механізми і апарати, задіяні у виробництві паливних брикетів (подрібнювач сировини, електросушарка, прес-екструдер, обрізувач брикетів та ін.).

Підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони. Джерело – подрібнювач сировини, електросушарка, прес-екструдер, обрізувач брикетів та ін.

Підвищений рівень вібрації. Головним джерелом є електродвигуни. Основними причинами вібрації є невідновлені сили коливних або обертових частин машини: незбалансованість, нерівномірний знос вузлів, механізмів, неправильне центрування осей агрегатів під час переходу обертання з допомогою сполучної муфти, ослаблення кріплення устаткування на фундаменті або його стійкість, незадовільний стан підшипників, а також інші причини, викликані місцевими умовами експлуатації обладнання.

Відсутність або нестача природного світла. Джерело – недостатня площа вікон або їх розташування і орієнтація по сторонах світу.

Гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів і обладнання. Джерело – лопати, вила, граблі, пили тощо.

Підвищена вологість повітря. Джерело – випари води при сушінні вологої сировини.

4.1.2. Хімічні фактори

Хімічні речовини, що проникають в організм людини через органи дихання, кишково-шлунковий тракт і слизові оболонки. Джерело – випари парафіну, піролізні гази, що утворюються в цеху в результаті виробництва паливних брикетів.

4.1.3. Психофізіологічні фактори

Фізичні перевантаження (перенапруження м'язів). Джерело – вантажно-розвантажувальні роботи з прийому сировини, завантаження її в барабан подрібнювача, а також складування і відвантаження готової продукції.

Нервово-психічні перевантаження (перенапруження аналізаторів, монотонність праці, зоровий дискомфорт). Джерело – роботи по забезпеченню безперервності процесу виробництва паливних брикетів.

4.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при роботі в цеху виготовлення паливних брикетів

Рухомі машини і механізми; рухомі частини виробничого обладнання. Захист від механічних травм полягає в огорожі небезпечної зони або установці пристроїв, що перешкоджають попаданню людини або його органів в небезпечну зону під час роботи машини. Рухомі частини механізмів закривають кожухом.

Небезпечне значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися крізь тіло людини. Всі елементи електричних приладів, по яких проходить струм мають бути надійно захищені від випадкового дотику. Металеві та неметалеві електропровідні конструкції, комунікації та

виробниче обладнання повинні бути заземленими. Не можна залишати без нагляду не виключені електроприлади, допускати до них сторонніх осіб [8].

Підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів. Основні методи захисту – усунення високотемпературних джерел теплоти; теплоізоляція та охолодження гарячих поверхонь; екранування; застосування вентиляції, засоби індивідуального захисту; організація раціонального режиму праці і відпочинку.

До індивідуальних засобів захисту працівників від дії підвищеної температури та теплового випромінювання належить насамперед спецодяг, виготовлений із стійкого протитеплового випромінювання, міцного, м'якого та повітропроникного матеріалу.

Голову від перегріву та опіків захищають капелюхом з повстини, фетру або грубошерстого сукна. Костюм доповнюють спеціальні стійкі до підвищеної температури та опромінення взуття і рукавиці. Очі від дії променистого тепла захищають окулярами із світлофільтрами [8].

Підвищена температура повітря робочої зони. При необхідності виконання робіт в зоні підвищеної температури повітря або в гарячих реактивних зонах користуються засобами індивідуального захисту від інфрачервоних випромінювань – термозахисним одягом, ізолюючими апаратами органів дихання, спеціальними рукавичками [8].

Підвищений рівень електромагнітних випромінювань (ЕМВ). Одним з основних способів захисту від електромагнітних полів є їх екранування в місцях перебування людини. Зазвичай мається на увазі два типи екранування: екранування джерел ЕМВ від людей і екранування людей від джерел ЕМВ. Захисні властивості екранів засновані на ефекті ослаблення напруженості і спотворення електричного поля в просторі поблизу заземленого металевого предмета. [8].

Підвищений рівень шуму і вібрації на робочому місці. Важливим для зниження небезпечного впливу шуму на організм людини є правильна організація режиму праці та відпочинку, організація постійного медичного

спостереження за станом здоров'я, організація лікувально-профілактичних заходів, такі як гідропроцедури (теплі ванночки для рук і ніг), масаж рук і ніг, вітамінізація та ін.

Заходи по боротьбі з шумом і вібраціями можна розділити на дві основні групи: організаційні та технічні. Основними організаційними заходами є використання обладнання з мінімальними динамічними навантаженнями, правильний його монтаж, правильна експлуатація обладнання, своєчасний його огляд і проведення профілактичних ремонтів, застосування засобів індивідуального захисту від шуму і вібрації.

До основних технічних заходів належать: ізоляція фундаментів обладнання від несучих конструкцій та технологічних комунікацій, звукоізоляція приводів за допомогою кожухів [8].

Підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони. У боротьбі з утворенням і поширенням пилу найбільш ефективні технологічні заходи. До них відносяться: автоматизація і механізація процесів, що супроводжуються виділенням пилу, герметизація та ізоляція, встановлення місцевих вентиляційних відсмоктувачів, витяжної або припливно-витяжної вентиляції. Видалення пилу відбувається безпосередньо від місць пилоутворення. Перед викидом в атмосферу запилений повітря очищається за допомогою пиловловлювачів різної конструкції.

Відсутність або нестача природного світла. Основне завдання освітлення на виробництві – створення найкращих умов для бачення. Це завдання можливо вирішити тільки освітлювальною системою, яка відповідає таким вимогам: освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, який визначається наступними трьома параметрами: об'єкт розрізнення, фон, контраст об'єкта.

Для підвищення рівномірності природного освітлення великих цехів здійснюється комбіноване освітлення. Світле фарбування стелі, стін і виробничого обладнання сприяє створенню рівномірного розподілу рівнів яскравості в поле зору.

Гострі кромки, задири і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів і обладнання. До ефективних заходів щодо попередження виробничого травматизму відносяться кваліфіковане проведення вступного, на робочому місці, періодичного (повторного), позапланового та поточного інструктажів працівників з техніки безпеки.

Підвищена вологість повітря. Найпростіше створити оптимальний мікроклімат в робочій зоні за допомогою сучасної системи кондиціонування, яка підтримує температуру, чистоту і рівень вологості повітря в приміщенні на заданому рівні. Доведено, що кондиціонування повітря на робочому місці допомагає підвищити продуктивність праці, скоротити число нещасних випадків, знизити рівень захворюваності працівників і навіть поліпшити відносини в колективі.

Хімічні речовини, що проникають в організм людини через органи дихання, кишково-шлунковий тракт і слизові оболонки. Щоб уникнути потрапляння хімічних речовин до організму людини, необхідно дотримуватися правил техніки безпеки. Також, як додатковий профілактичний захід використовують засоби індивідуального захисту.

Спецодяг, спецвзуття та індивідуальні засоби захисту повинні повністю захищати людину від шкідливої дії токсичних речовин [8].

Нервово-психічні та фізичні перевантаження (перенапруга аналізаторів, монотонність праці, зоровий дискомфорт). Основними заходами щодо зниження фізичної і нервово-психічної напруженості є наступні: удосконалення організації робочих місць, оптимізація прийомів і методів праці, темпу роботи, режиму праці та відпочинку [8].

4.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при роботі в цеху виготовлення паливних брикетів

Причини пожеж і загорянь в цеху виготовлення паливних брикетів можуть бути такі:

- несправний пристрій, чи порушення режиму роботи систем опалення, вентиляції і кондиціонування повітря;
- несправний пристрій, чи перевантаження електричних установок і мереж;
- самозапалювання і самозаймання речовин і матеріалів при неправильному їхньому збереженні чи застосуванні;
- необережне поводження з вогнем.

До небезпечних факторів пожежі відносяться: відкритий вогонь чи іскри; підвищена температура повітря, предметів і т.п.; токсичні продукти горіння; дим (високодисперсна аерозоль із твердими частками); знижена концентрація кисню; вибух.

Загальні вимоги до систем запобігання пожеж і пожежного захисту регламентується міждержавними стандартами системи стандартів безпеки праці ГОСТ 12.1.004-91 [4] і ГОСТ 12.1.010-76 [5] і спеціальною нормативно-технічною документацією.

Згідно правил НАПБ А.01.001-2004 [13] для пожежної профілактики порушення режиму роботи необхідно:

- користуватися електроспоживачами, шнури живлення яких мають триполюсну вилку з попереджувачим включенням заземлюючого проводу;
- не вмикати в електромережу електроспоживачі, шнури живлення яких мають пошкоджену ізоляцію;
- не застосовувати для опалення приміщень нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;
- не залишати без догляду працюючі електроспоживачі;

- по закінченні робочого дня вимкнути вимикач на електроспоживачі та від'єднати провід живлення від розетки електромережі.

Профілактика пожеж від перевантажень:

- в процесі експлуатації електричних мереж не можна включати додатково електроприймачі, якщо мережа на це не розрахована;
- для захисту електрообладнання від струмів перевантаження найбільш ефективні автоматичні і електронні схеми захисту, вимикачі, теплові реле і плавкі запобіжники.

З метою попередження можливостей загоряння і виникнення пожеж в цеху виготовлення паливних брикетів необхідно робочі місця і проходи звільнити від зайвих предметів.

Для забезпечення пожежовибухобезпеки важливе значення має підтримка необхідного теплового режиму обладнання за допомогою природної або механічної вентиляції, а також тепловідводів спеціального призначення. Необхідно прийняти ряд заходів, для забезпечення гасіння пожеж. До них відносяться будівництво димових люків для видалення та обмеження розповсюдження диму, який виникає при пожежі, будівництво спеціальних сходів, забезпечення під'їздів до споруд, будівель та джерел води. Для гасіння пожеж використовують вогнегасники (пінні, рідинні, газові).

При виникненні пожежі рекомендуються наступні дії:

- вивести людей і матеріальні цінності з небезпечної зони;
- викликати пожежну охорону;
- вжити заходи по локалізації пожежі;
- по можливості, вжити заходи по гасінню пожежі.

Для запобігання пожеж і вибухів необхідно виключити можливість утворення вибухонебезпечного середовища, підвищення температури і тиску даного середовища вище максимально допустимих значень горючості.

4.3.1. Визначення типу та необхідної кількості вогнегасників

Для розрахунку скористаємося методикою, викладеної в [23].
Необхідна кількість вогнегасників та їх тип визначаються залежно від їх вогнегасної спроможності, площі та категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою, а також класу пожежі, горючих речовин та матеріалів у приміщенні або на об'єкті.

Оскільки, в приміщенні цеху знаходяться тверді горючі матеріали (сировина – відходи деревини, парафін, паливні брикети), то воно належить до категорії В. Клас можливої пожежі – А.

Осередок займання – незначний.

Вихідні дані для розрахунку будуть такі:

- Площа приміщення – 720 м²;
- Розміри приміщення – 60м×12м;
- Категорія за вибухопожежною та пожежною небезпекою – В;
- Клас можливої пожежі – А;
- Оснащення – апарати з електродвигунами, електрообладнання;
- Розмір осередку можливої пожежі – незначний.

На основі табл. 4.1 [23] впливає, що для захисту даного цеху потрібно не менше 10 переносних водяних вогнегасників місткістю по 12 л (ВВ-12 або ВВП-12). Рівноцінний захист забезпечують також 14 вогнегасників місткістю по 9 л (ВВ-9 або ВВП-9). Вибираємо водяні вогнегасники ВВ.

З табл. 4.2 [23] визначаємо, що аналогічний захист може бути забезпечений також порошковими вогнегасниками в такій кількості: ВП-5; ВП-6 – 9 шт.; ВП-8; ВП-9 – 7 шт. або ВП-12 – 5 шт. Результати вибору заносимо в табл. 4.3.

Таблиця 4.1

Норми оснащення водяними та водопінними вогнегасниками приміщень
категорії В за відсутності горючих рідин [23]

№ з/п	Гранична площа, що захищається, кв.м	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість водяних і водопінних вогнегасників							
			Переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг				Пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг			
			5	6	9	12	20	50	100	150
1	До 50	А	4	4	2	2	-	-	-	-
2	50...100	А	8	8	4	3	1	-	-	-
3	100...300	А	12	12	6	4	2	1	-	-
4	300...500	А	-	-	8	6	3	2	1	-
5	500...1000	А	-	-	14	10	4	3	2	1

Таблиця 4.2

Норми оснащення порошковими вогнегасниками приміщень категорії В за
відсутності горючих газів і рідин [23]

№ з/п	Гранична площа, що захищається, кв.м	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість порошкових вогнегасників								
			Переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг					Пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг			
			5	6	8	9	12	20	50	100	150
1	До 50	A, (E)	2	2	1	1	1	-	-	-	-
2	50...100	A, (E)	3	3	2	2	2	-	-	-	-
3	100...300	A, (E)	4	4	3	3	2	1	-	-	-
4	300...500	A, (E)	6	6	4	4	3	2	1	-	-
5	500...1000	A, (E)	9	9	7	7	5	3	2	1	-

Остаточню вибираємо для захисту цеху десять водяних вогнегасників типу ВВ-12.

Найчастіше вогнегасники розташовують біля стін приміщення (на стінах) та в проходах. Відстань між вогнегасниками та місцем можливого займання в цьому цеху не повинна перевищувати 40 м. Цю відстань слід оцінювати на плані приміщення не по прямій, а по проходах між обладнанням. Зазвичай проходи облаштовують паралельно стінам приміщення.

					МА5112.ДПО1.00.000 ПЗ	Лист
						79
Зм.	Арк	П/Б	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3

Вибір вогнегасників для оснащення виробничого приміщення

1.	Вид вогнегасників	Водяні		Порошкові		
2.	Тип вогнегасника	ВВ-9	ВВ-12	ВП-5; ВП-6	ВП-8; ВП-9	ВП-12
3.	Їх кількість для площі 720 кв.м	14	10	9	7	5
4.	Коефіцієнт ефективності вогнегасника для пожежі класу А	4	6	6	8	12
5.	Сумарний коефіцієнт ефективності вогнегасників для пожежі класу А	$14 \times 4 = 56$	$10 \times 6 = 60$	$9 \times 6 = 54$	$7 \times 8 = 56$	$5 \times 12 = 60$
6.	Прийнятий тип вогнегасників	-	+	-	-	-

Висновки до розділу

Проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори, а також технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів в цеху виготовлення паливних брикетів. Найбільш небезпечним виробничим фактором серед перелічених при виробництві паливних брикетів виступає забезпечення пожежної та вибухової безпеки. Тому, були розроблені заходи щодо забезпечення пожежовибухобезпеки та проведено визначення типу та необхідної кількості вогнегасників.

Для оснащення цеху виготовлення паливних брикетів, який за вибухопожежною та пожежною безпекою належить до категорії В, клас можливої пожежі А, вибрано до установки 10 водяних вогнегасників типу ВВ-12.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Все про топливные брикеты: виды, чем лучше дров, преимущества и недостатки, рекомендации по выбору [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: <http://term.od.ua/blog/toplivnie-brikety-drevesnie/> (дата звернення 02.06.2019) – Назва з екрана.
2. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы: монография. / М.В. Гомонай. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 68 с.
3. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
4. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введ. 1992-07-01 – М.: Стандартиформ, 2006. – 64 с.: ил.
5. ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования. – Введ. 1978-01-01 – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 5 с.
6. ГОСТ 24301-93. Прутки и трубы бронзовые и латунные литые. Технические условия. – Введ. 1997-01-01 – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 10 с.
7. Доронин Ю.Г. Синтетические смолы в деревообработке: Справочник / Ю.Г. Доронин, М.М. Свиткина, С.Н. Мирошниченко. – М.: Лесная промышленность, 1979. – 208 с.
8. Жидецкий В.Ц. Основы охорони праці: Підручник. – Львів: Українська академія друкарства, 2006. – 336 с.
9. Как сделать брикеты из опилок [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: <https://otivent.com/kak-sdelat-brikety-iz-opilok> (дата звернення 02.06.2019) – Назва з екрана.

10.Как я делаю топливные брикеты для розжига костра [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=DVPohWx6xdM> (дата звернення 02.06.2019) – Назва з екрана.

11.Левин А.Б. Энергетический потенциал топливного ресурса лесной биоэнергетики РФ / А.Б. Левин, В.С. Суханов, Д.В. Шереметьев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2010. – № 4. – С. 37–42.

12.Ледницкий А.В. Организация производства прессованного древесного топлива / А.В. Ледницкий, П.А. Протас // Труды БГТУ. – 2011. – № 7: Экономика и управление. – С. 160-166.

13.НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні.

14.Пажи Д.Г. Распыливающие устройства в химической промышленности / Д.Г. Пажи, А.А. Корягин, Э.Л. Ламм. – М.: Химия, 1975. – 200 с.

15.Парафин как горюче [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: <http://stizos.ru/2012/03/13/parafin/> (дата звернення 02.06.2019) – Назва з екрана.

16.Парафинированная бумага – это разновидность оберточной бумаги [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: [https://www.textil.ru/parafinirovannaya bumaga opisanie.html](https://www.textil.ru/parafinirovannaya_bumaga_opisanie.html) (дата звернення 02.06.2019) – Назва з екрана.

17.Пат. 2061737 Российская Федерация, МПК С 10 L 5/44, 11/04. Топливный брикет и способ его получения / Блинов В.Н., Хвалин В.Е., Мармаров Б.С., Сигута В.А., Карпинский В.И.; заявитель и патентообладатель Шосткинский гос. науч.-исслед. ин-т химических продуктов. – №5012647/04; заявл. 28.11.1991; опубл. 10.06.1996.

18.Пат. 2278891 Российская Федерация, МПК С 10 F7/06. Способ получения топливных брикетов / Мартынов В.Н., Будаев С.С., Нейенбург Е.В., Линев Б.И.; патентообладатель ООО Науч.-произв.

компания «РАНКО». – №2004136631/03; заявл. 16.12.2004; опубл. 27.06.2006, Бюл. №18.

19.Переверзев А.Н. Производство парафинов / А.Н. Переверзев, Н.Ф. Богданов, Ю.Н. Рощин. – М.: Химия, 1973. – 224 с.

20.Производство брикетов из опилок – сырье, оборудование и технология [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: <http://prorabkin.com/house/brikety-iz-opilok> (дата звернення 02.06.2019) – Назва з екрана.

21.Производство топливных брикетов из опилок своими руками: подробная инструкция и рекомендации [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: <https://rcycle.net/drevesina/opilki/proizvodstvo-toplivnyh-briketov-iz-opilok-svoimi-rukami-instruktsiya-i-rekomendatsii> (дата звернення 02.06.2019) – Назва з екрана.

22.Рудакова Н.Я. Производство парафина / Н.Я. Рудакова, А.В. Тимошина, Е.И. Черепнева. – М.: Гостоптехиздат, 1960. – 132 с.

23.Русаловський А.В. Основи охорони праці. Вибір типу та визначення необхідної кількості первинних засобів пожежегасіння: Навчально-методичне видання / А.В. Русаловський, О.В. Кошуков, Т.В. Петренко. – К.: НАУ, 2006. – 20 с.

24.Самовозгорание парафина [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: http://virtuallab.by/publ/video_opyty/video_opyty_khimiya/samovozgoranie_paraфина/41-1-0-99 (дата звернення 02.06.2019) – Назва з екрана.

25.Гидравлический брикетный пресс ВРР-ВР [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: <http://budetteplo.ru/gidravlicheskiy-briketnyy-press> (дата звернення 02.06.2019) – Назва з екрана.

26.Пресс РВР 060 ВТМ-04 для производства топливных брикетов [Электронный ресурс]: [Веб-сайт]. – Режим доступа: <http://bricet.com.ua/2594nm/> (дата звернення 02.06.2019) – Назва з екрана.