

АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ДОМЕННОГО ПРОЦЕСУ

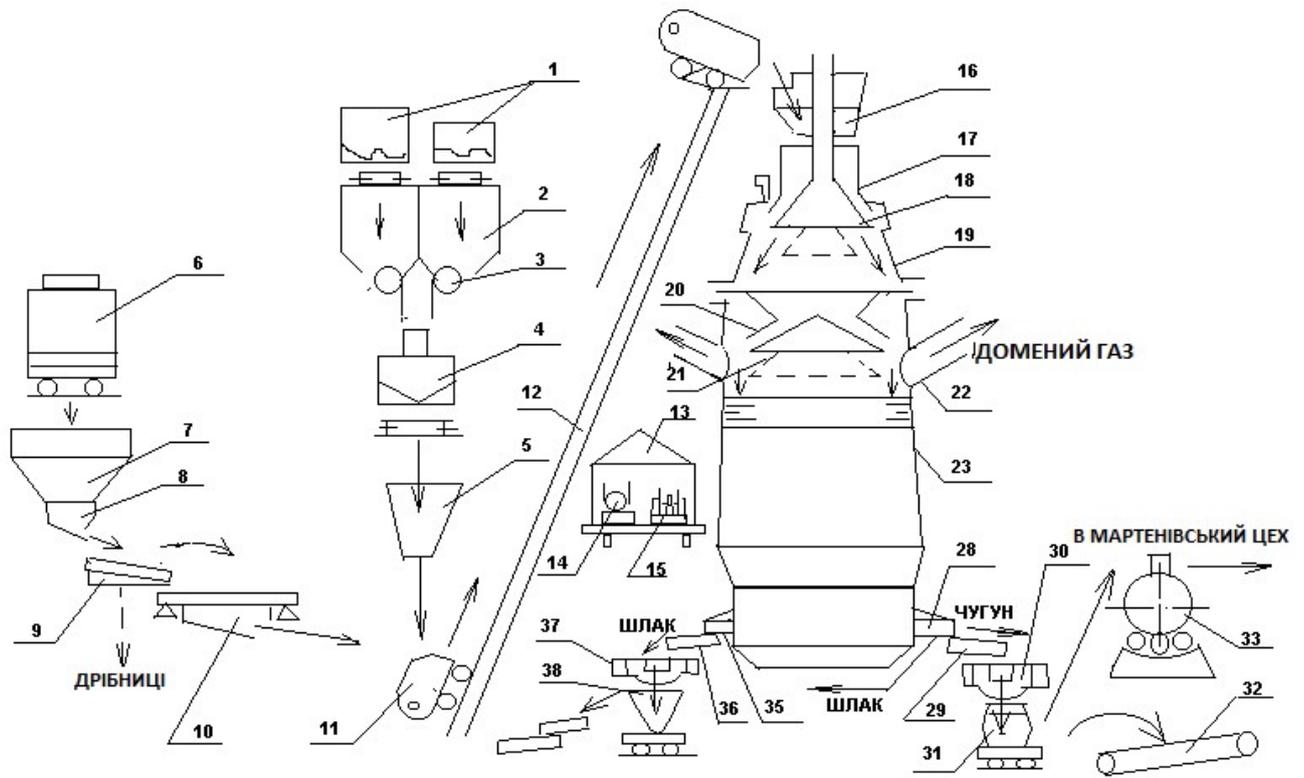


Рис. 1. Апаратурно-технологічна схема доменного процесу

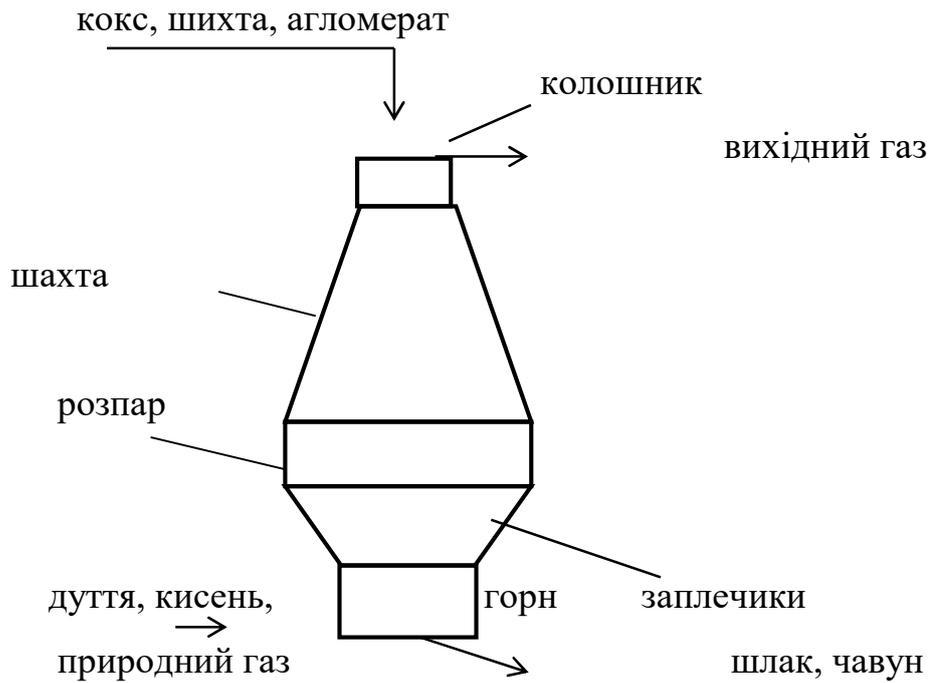


Рис. 2. Основні елементи доменної печі

Фундамент і металева конструкція доменної печі

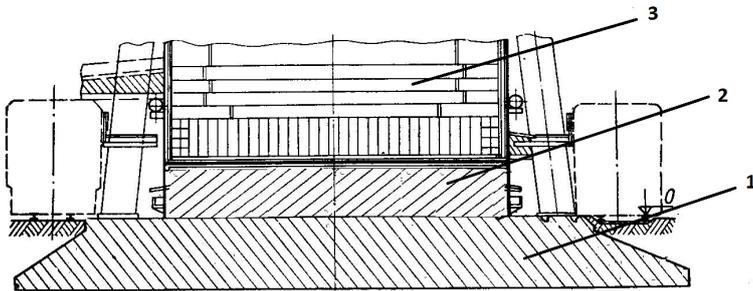


Рис. 3. Фундамент доменної печі

- 1 – підшва;
- 2 – пень;
- 3 – лещадь

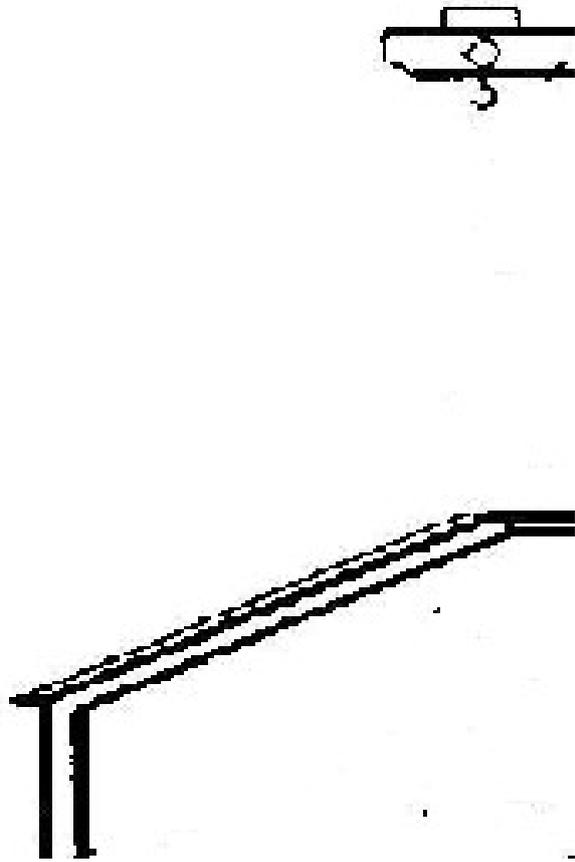


Рис. 4. Металеві конструкції доменної печі

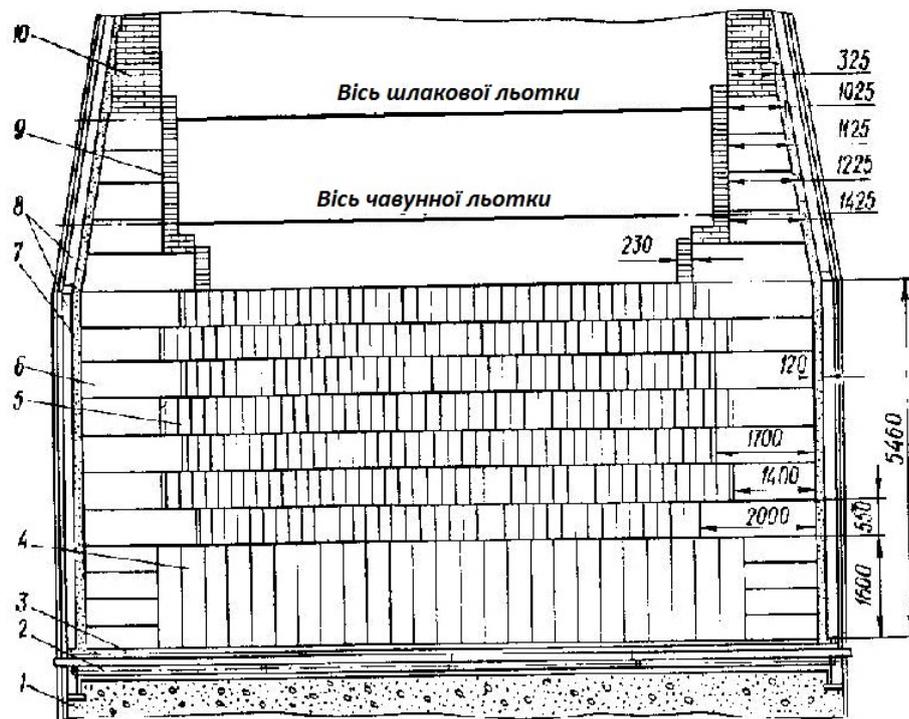


Рис.5. Конструкція лещаді та горна доменної печі:

- 1-фундамент печі;
- 2-донні холодильники;
- 3-металеве днище;
- 4-графітовані блоки;
- 5- високоглиноземиста цегла
- 6- вуглеційні блоки;
- 7- вуглеційна маса;
- 8 – периферійні холодильники;
- 9, 10 - шамотна цегла

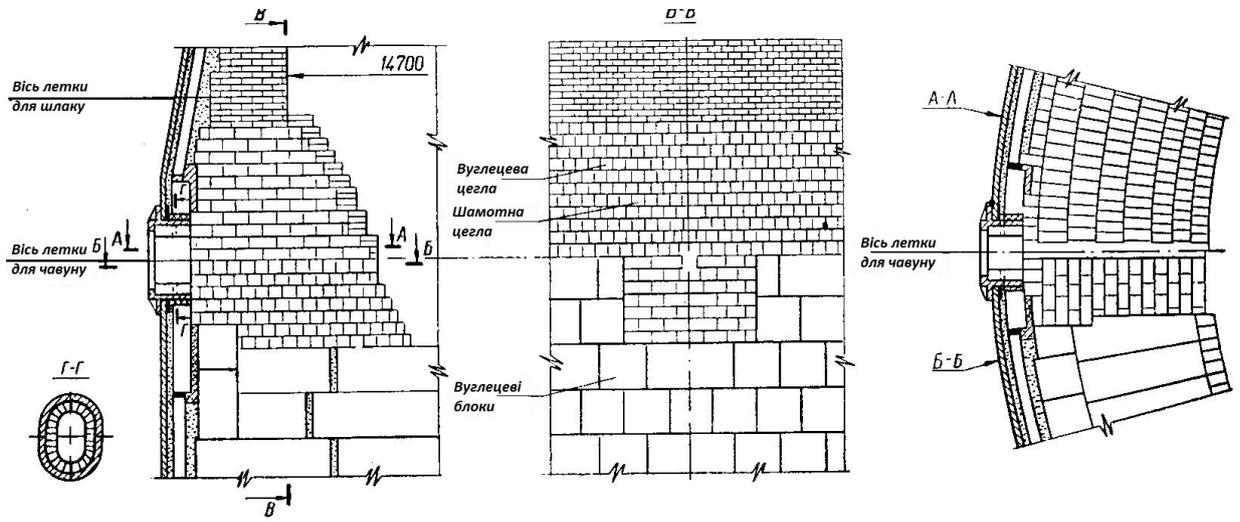


Рис. 6. Вогнетривка кладка горна в районі чавунних льоток

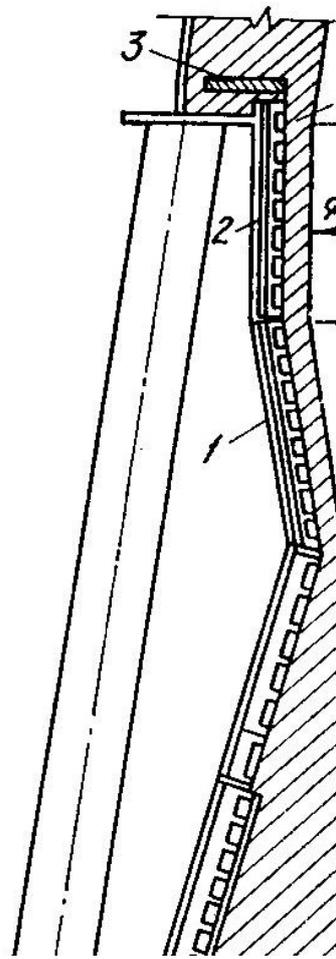


Рис. 7.
Конструкція
заплечиків і
тонкостінної
частини
розпару:
1-
холодильники
заплечиків;
2-
холодильники
тонкостінної
частини
розпару;
3- мараторні
холодильники;
4- вогнестійка
кладка.

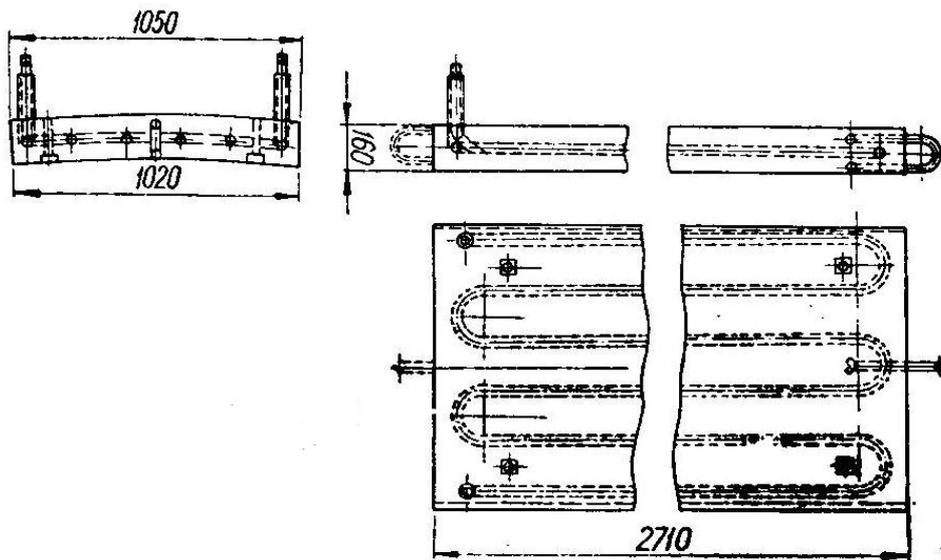


Рис..8. Периферійний плитовий холодильник лещаді

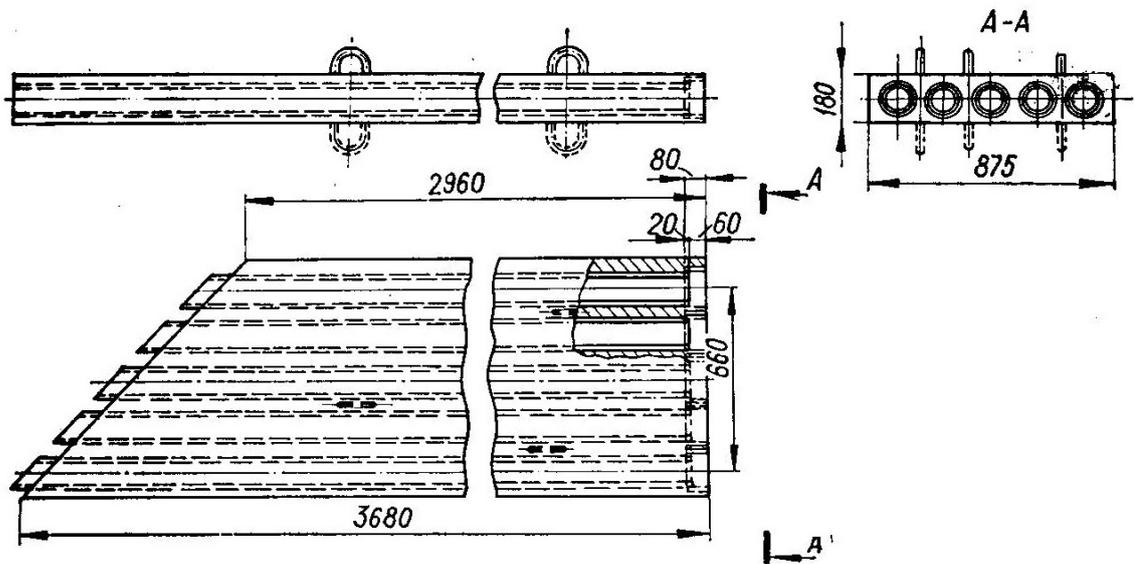


Рис. 9. Донний повітряний холодильник лещаді

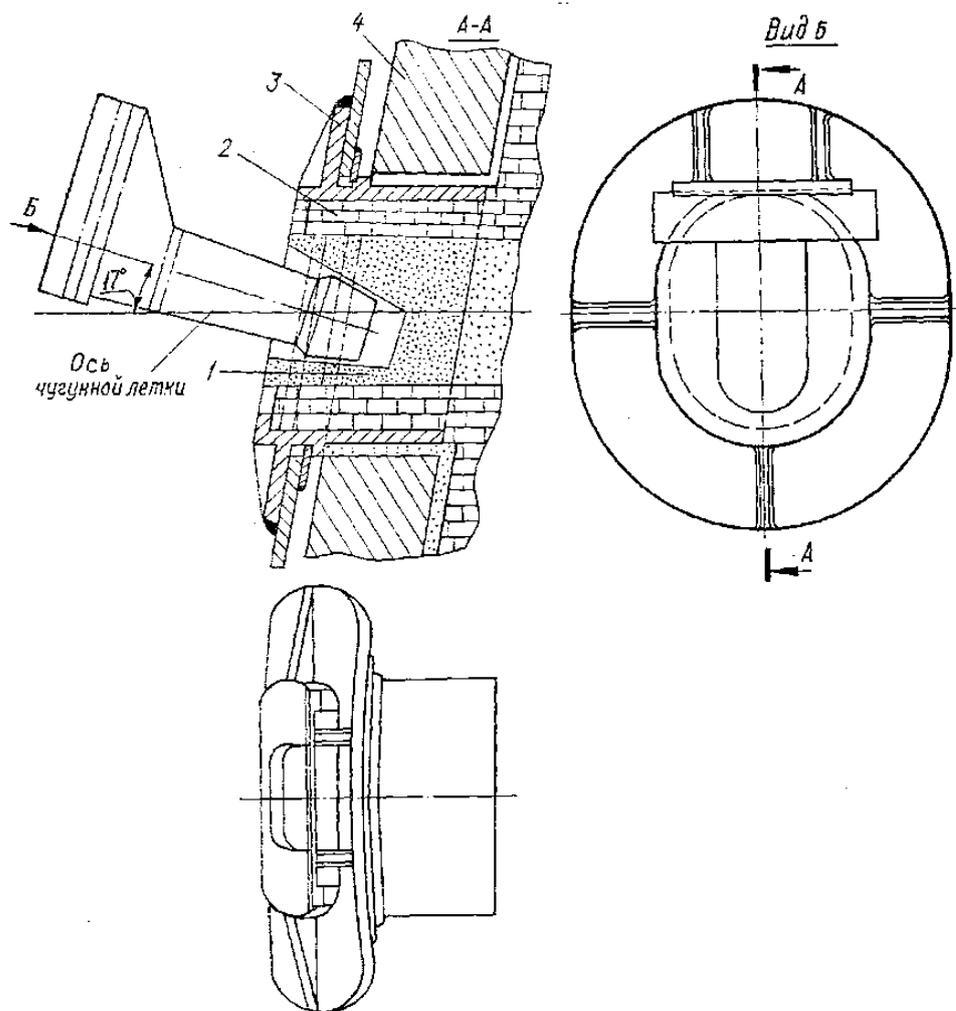


Рис.10. Чавунна лъотка:

- 1 - вогнетривка маса;
- 2 - вогнетривка футеровка;
- 3 - рама;
- 4 – холодильник.

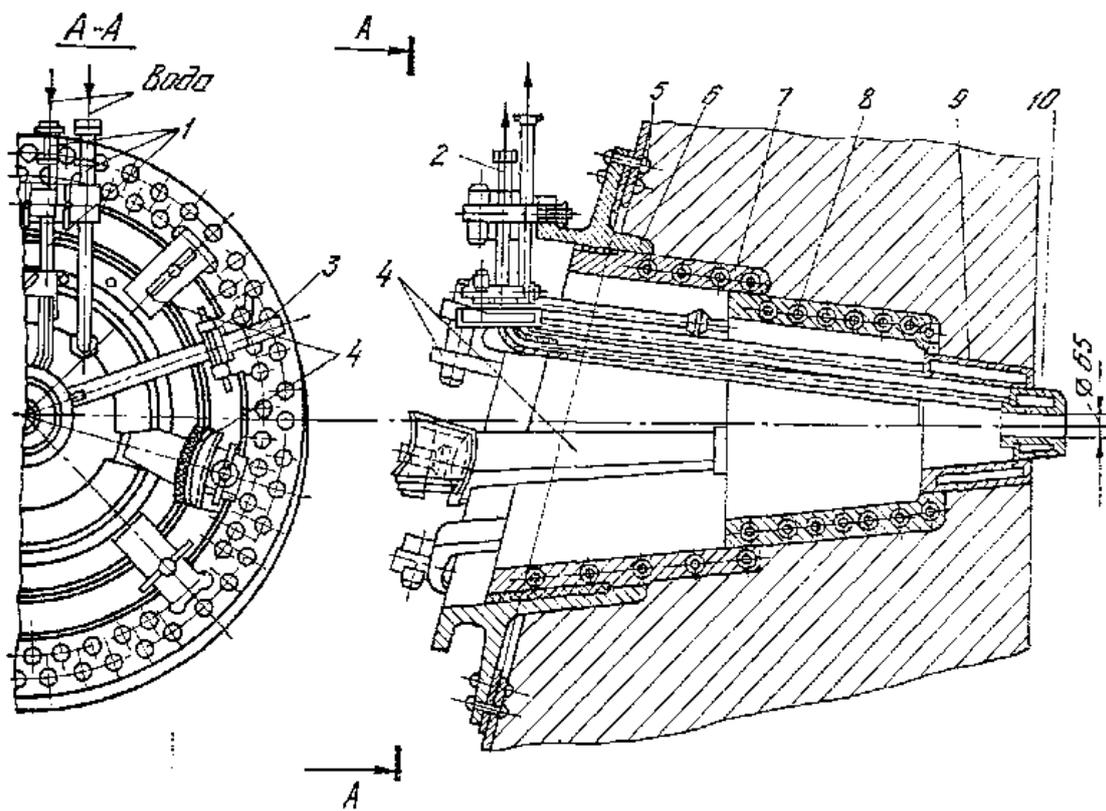


Рис. 1.11. Арматура шлакової льотки

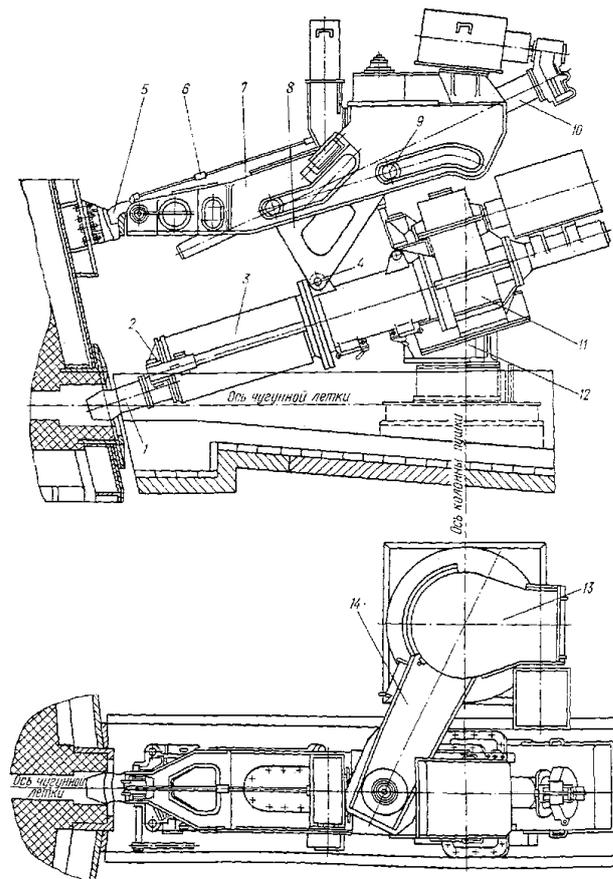


Рис. 12. Установка пушки:

- 1-носок;
- 2-відкидна серга;
- 3- циліндр;
- 4- шарнір;
- 5- засувка;
- 6- регулююча гайка;
- 7-лафет;
- 8- кронштейн;
- 9 – ролик;
- 10- механізм притиску;
- 11- механізм подачі маси;
- 12 – опорна колона;
- 13- привод тритискання пушки;
- 14- шатун.

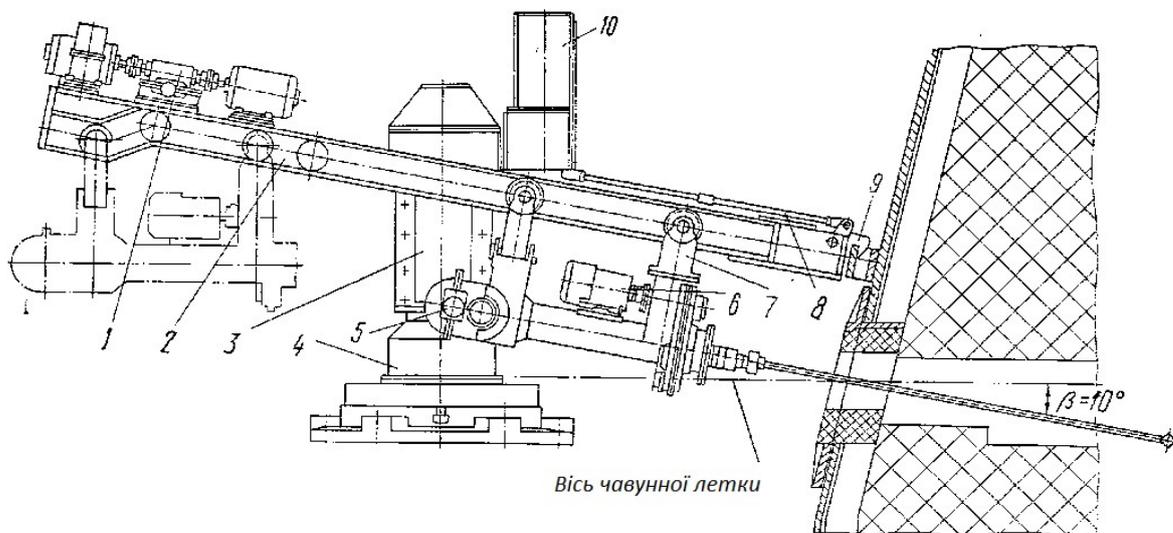


Рис. 13. Бурильна машина

Відомі такі формули:

$$\text{М.А. Павлова} \quad \pi = 2dr + 1, \quad (1.1)$$

$$\text{Н.К. Леонидова} \quad \pi = 2dr, \quad (1.2)$$

$$\text{О.Р. Райса} \quad \pi = 2dr - 0,3, \quad (1.3)$$

$$\text{М.Я. Остроухова} \quad \pi = 2 \text{ dr} / 1,4, \quad (1.4)$$

$$\text{В.И. Логинова} \quad \pi = 25\pi \cdot dr / (44,5 - dr),$$

(1.5)

$$\text{Е.Н. Тихомирова і Ю.И. Гофмана} \quad \pi = 3dr - 8, \quad (1.6)$$

$$dr = 0,342 \cdot U_0^{0,444}, \quad (1.7)$$

де dr – діаметр горна;

U_0 – корисна місткість печі.

Проведені порівняльні розрахунки для печі з корисним обсягом 2002м^3 і діаметром горна $9,75\text{м}$ дали такі результати:

$$\pi = 2 \cdot 9,75 + 1 = 20,5 \approx 21,$$

$$\pi = 2 \cdot 9,75 = 19,5 \approx 20,$$

$$\pi = 2 \cdot 9,75 - 0,3 = 19,2 \approx 19,$$

$$\pi = 2 \cdot 9,75 / 1,4 = 13,9 \approx 14,$$

$$\pi = 25 \cdot 3,14 \cdot 9,75 / (44,5 - 9,75) = 22,03 \approx 22,$$

$$\pi = 3 \cdot 9,75 - 8 = 21,25 \approx 21.$$

Якщо не брати до уваги результат розрахунку за формулою (1.4), то інші величини кількості повітряних фурм знаходяться в діапазоні відхилень від 5,3 до 15,8%, що відповідає допустимій точності для інженерних розрахунків.

Для $U_0 = 1513 \text{ м}^3$ діаметр горна складає: $dr = 0,342 \cdot 1513^{0,444} = 8,6\text{м}$,

$$\pi = 3 \cdot 8,6 - 8 = 17,8 \approx 18.$$

Значення $\pi = 18$ співпадає з реальною кількістю фурм для діючих печей аналогічної ємності ВАТ “Запоріжсталь”.

Для печей більшої місткості встановлюють 20...36 фурм, для малих - 16...20 фурм.

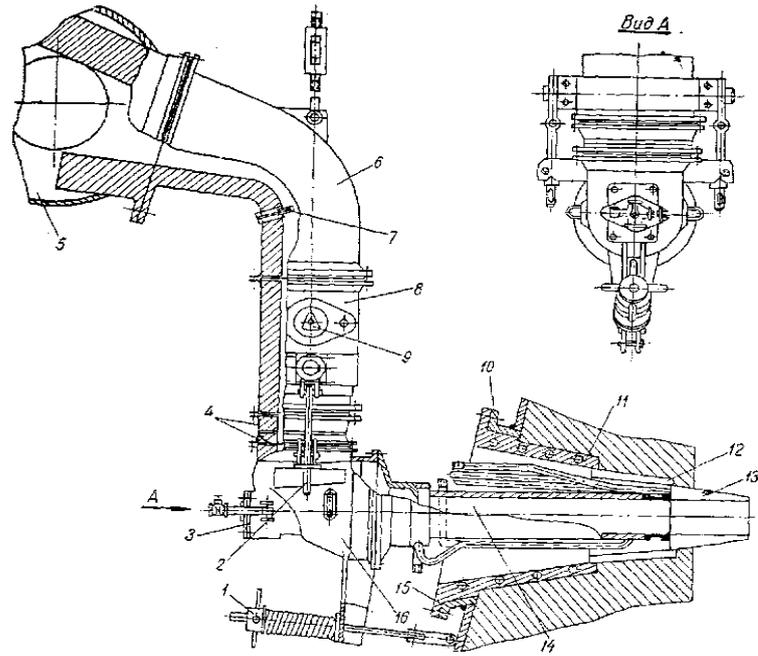


Рис. 14. Пристрій для підведення дуття

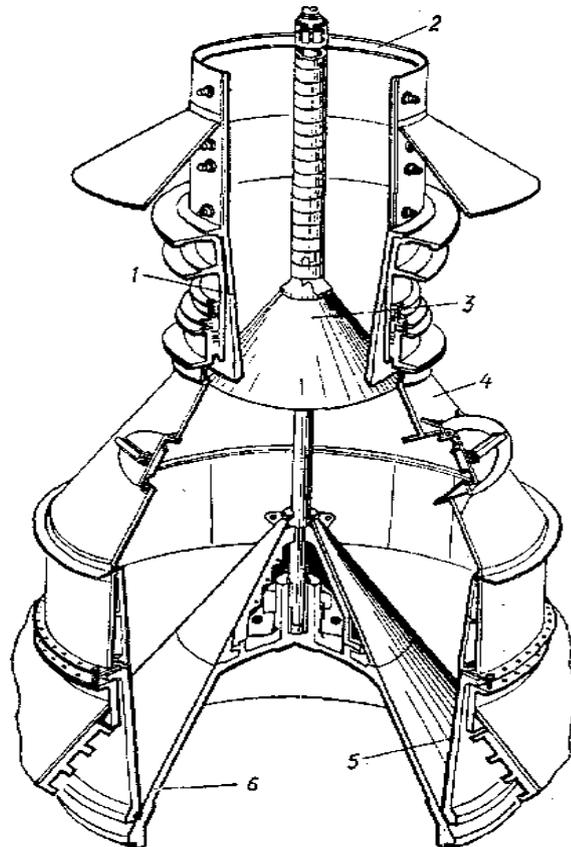


Рис..15. Устрій двохконусного засипного апарату

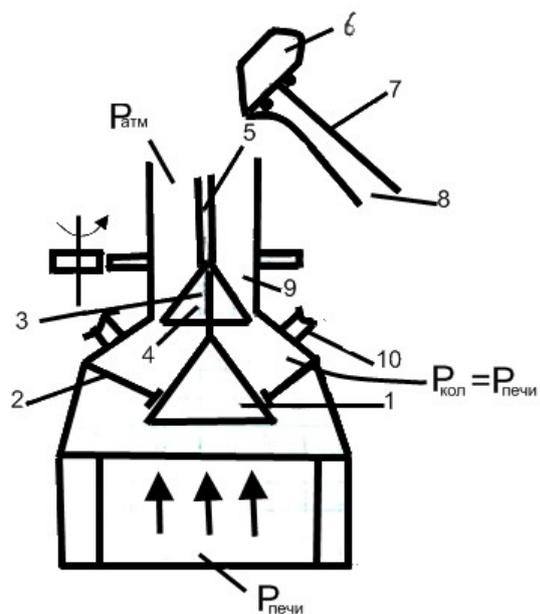


Рис. 16. Схема роботи двох конусного апарату:

- 1 - великий конус;
- 2 - лійка;
- 3- штанга;
- 4- малий конус;
- 5-порожня трубчаста штанга;
- 6 - скіп;
- 7 - розвантажувальні криві;
- 8 - похилий міст;
- 9-обертова воронка;
- 10 –викидний клапан.

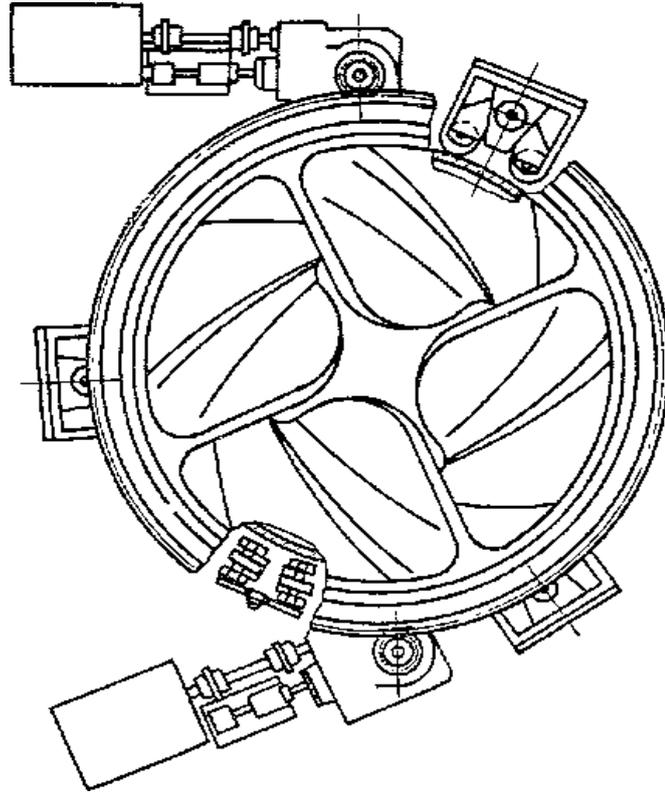


Рис. 17. Обертова воронка з напрямними лопатами

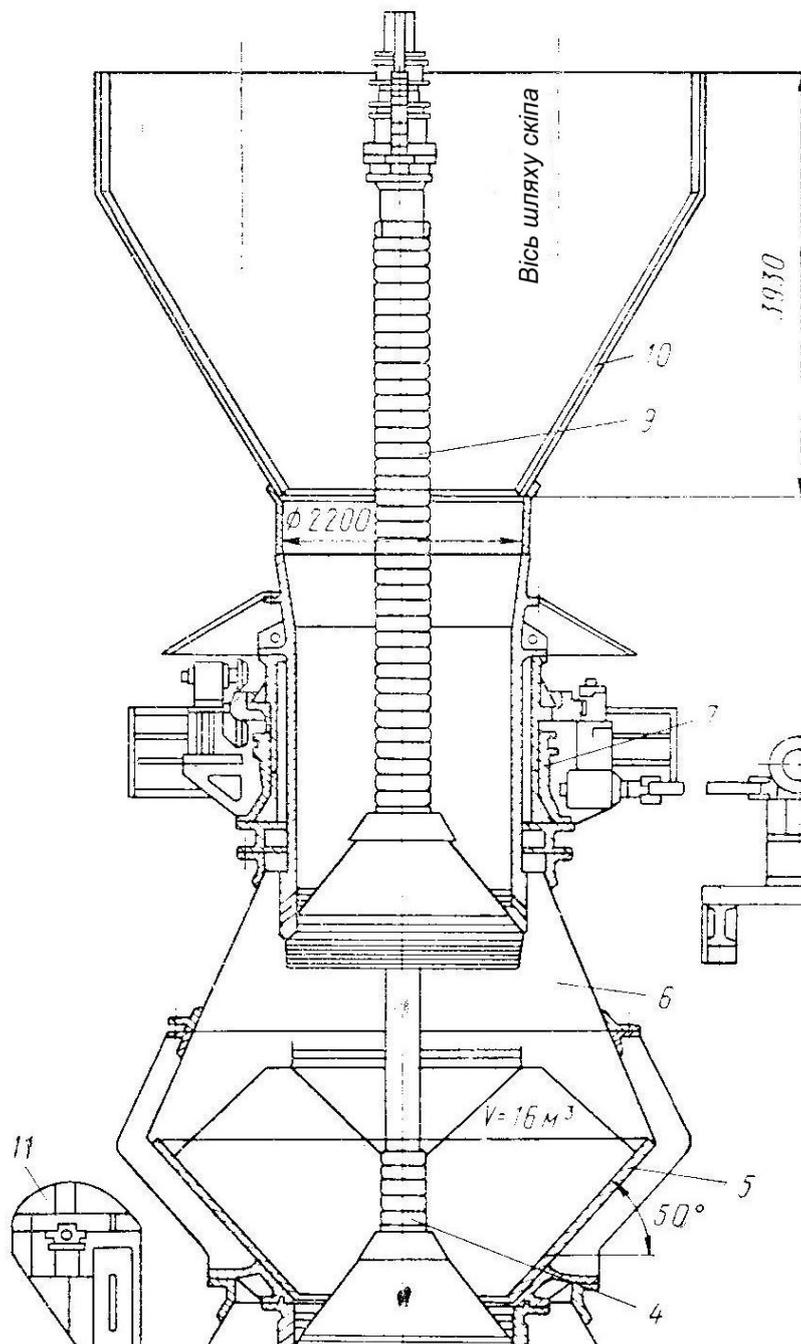


Рис. 18. Трьохконусний завантажувальний пристрій:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1 – великий корпус; | 7 – звичайний розподільник шихти; |
| 2 – чаша конуса; | 8 – привід обертання; |
| 3 – нижній газовий затвор; | 9 – пола штанга; |
| 4 – штанга; | 10 – приймальна воронка; |
| 5 – воронка; | 11 – вимірювач рівня шихти |
| 6 – верхній газовий затвор; | |

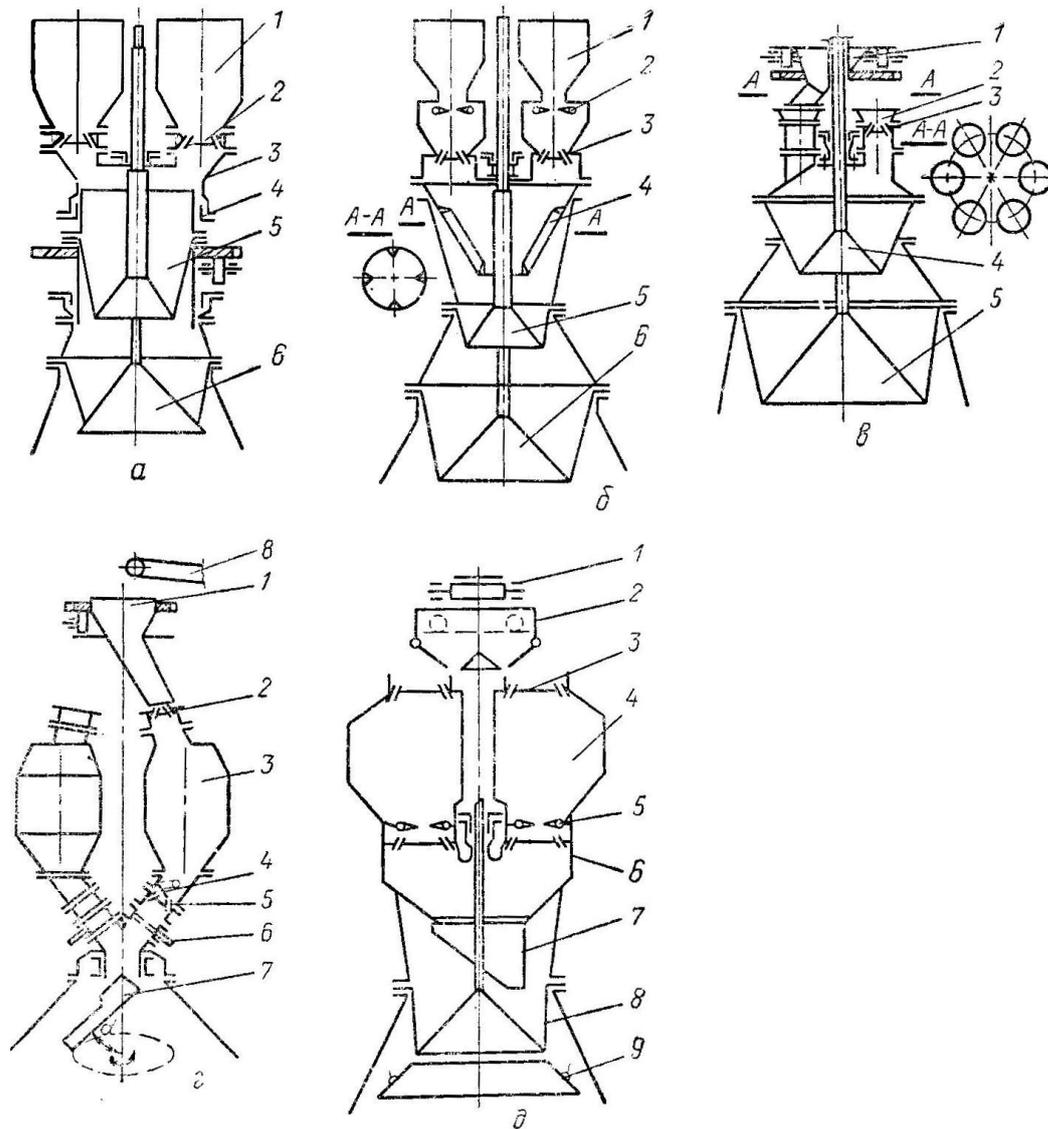


Рис. 19. Схеми нових конструкцій завантажувальних пристроїв:

- а) 1 – приймальна воронка; 2 – газоушільнюючий клапан; 3 – нерухомий кожух; 4 – сальниковий ушільнювач; 5 – типовий розподільник; 6 – великий конус;
- б) 1 – приймальна воронка; 2 – вантажний клапан; 3 – газоушільнюючий клапан; 4 – жолоб; 5 – малий конус; 6 – великий конус;
- в) 1 – приймальна воронка; 2 – направляюча тічка; 3 – газоушільнюючий клапан; 4 – малий конус; 5 - засипний пристрій;
- г) 1 – воронка-жолоб; 2 – газовий клапан; 3 – бункер; 4 – задвижка-дозатор; 5 – газові клапани; 6 – листова засувка; 7 – обертаючий лоток;
- д) 1 – шихта-конвеєр; 2 – приймальна воронка; 3 - газоушільнюючий клапан; 4 – бункер; 5 – вантажний клапан; 6 – газоушільнюючий клапан; 7 – розподільна воронка; 8 - засипний пристрій; 9 – рухоме кільце.

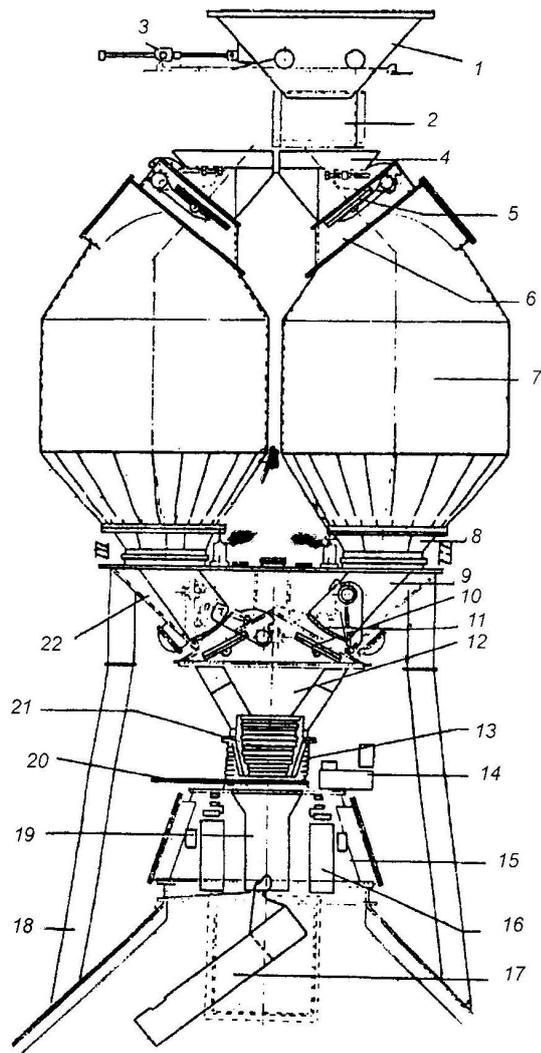


Рис. 20. Безконусний завантажувальний пристрій:

1 - пересувна приймальня воронка; 2 і 3 - шихтовий затвор і гідропривід приймальної воронки; 4 - розтруб; 5 і 6 - верхній газотітнучвальний клапан і його корпус, 7 - шихтовий бункер, 8 - конічний перехідний кожух; 9 - восьмигранний направляючий жолоб; 10 - нижній газотітнучвальний клапан, 11 - шихтовий затвор; 12 - збірна воронка, 13 - хвилястий компенсатор; 14 - привід обертання лотка; 15-корпус редуктора; 16 - привід нахилу лотка; 17 - розподільний лоток; 18-опорні колони для бункерів і блоку клапанів; 19 - спусковий циліндричний жолоб; 20 - листовий засув; 21 - зносостійкий направляючий пристрій; 22 - корпус для ущільнювальних клапанів і шихтових затворів.

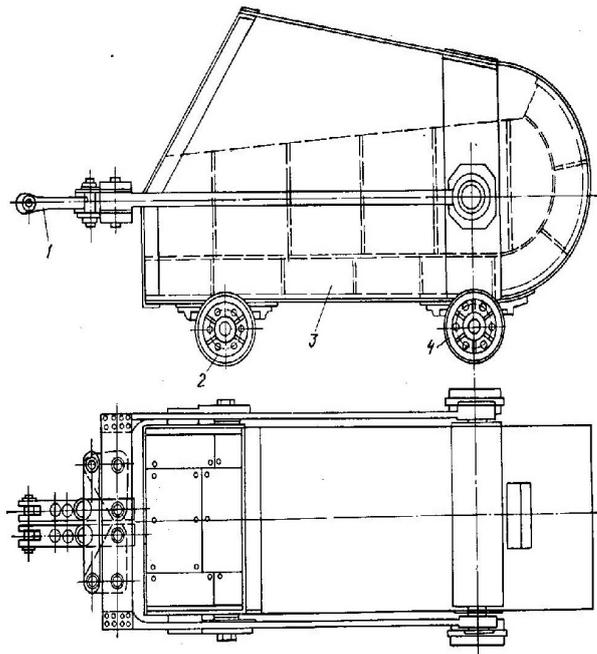


Рис. 21. Устрій скіпа

Характеристика підйомників

Тип підйомника	Похилий скіповий		
	Фірми "Отис"	УЗТН	БЗУ
Тип лебідки			
Вантажопод'ємність, т	13,7	22,5	15,0
Швидкість, м/с	3,0	3,5	3,0
Ємність скіпа, м ³	6,5	10,0	8,5

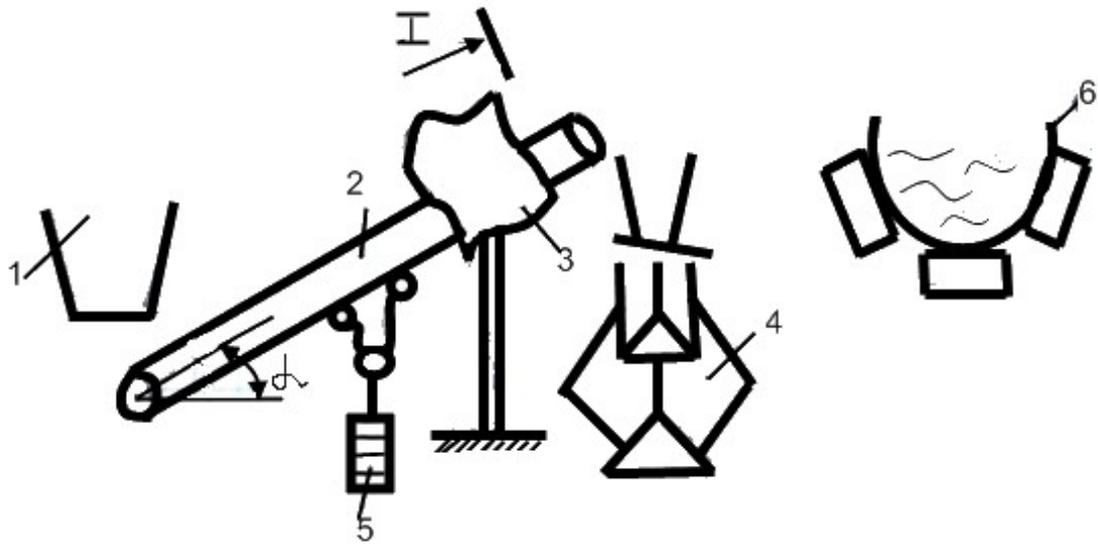


Рис 22. Конвейерна подача шихти

- 1 – бункерна естакада;
- 2 – конвейер;
- 3 – закрыта галерея;
- 4 – засипне обладнання;
- 5 – натяжний пристрій.

Розрахунок профілю доменної печі

Відомо декілька методів розрахунку профілю доменної печі.

1. Метод академіка М.А. Павлова.

Він першим встановив зв'язок між повною висотою печі H , діаметром распару d_r та її корисним обсягом U_o :

$$U_o = k \cdot d_p \cdot H, \quad (1.8)$$

де $k=0,54$ - статистичний коефіцієнт Павлова.

Інші параметри печі: повна висота і корисна висота, розміри колошника, шахти, распару, заплечиків, горна знаходяться залежно від U_o .

2. Метод професора А.Н. Рамма.

Метод розроблено пізніше, він враховує результати досліджень вітчизняних і закордонних даних по печам. Користуючись результатами обробки статистичних даних запропоновані формули, що представляють собою параметри як функції корисного обсягу печі, тобто:

$$H, d_r, d_p, dk = f(K_i \cdot U_o^\pi), \quad (1.9)$$

де d_r, dk – відповідно, діаметри горна і колошника; K_i – емпіричний коефіцієнт для кожного елемента печі; π – показник ступеня корисного обсягу печі.

3. Метод проф. Н.К. Леонова.

Базується на тому, що співвідношення площин перерізів распару, колошника та горна і різниця їх діаметрів з ростом габаритів печей повинні зростати. При цьому кути нахилу шахти і заплечиків зменшуються. Визначені залежності $H, d_r, d_p, dk = f(K_i \cdot U_o^\pi)$ дещо відрізняються від аналогічних показників А.Н.Рамма в межах:

для π від (-2) до (+ 13,6)%,

для K_i від (-53,65) до (+0,51) %.

Будова агломераційної машини

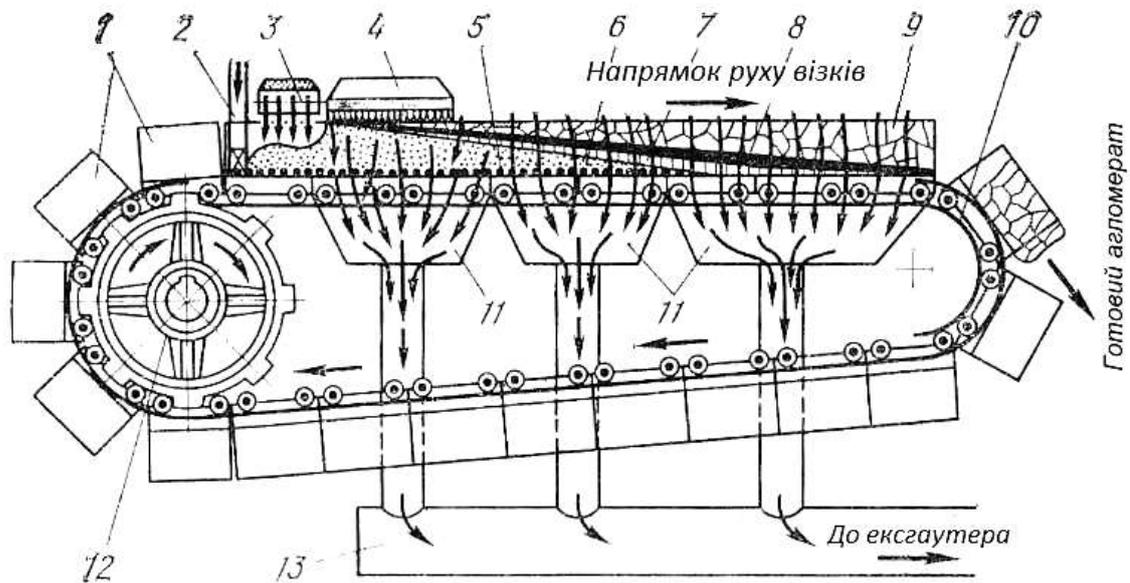


Рис. 23. Схема процесу спікання на агломераційній машині стрічкового типу

1 - спікальні візки-палети; 2 - укладальник постелі; 3 - челноковий живильник стрічки шихтою; 4 - газове запальне горно; 5 - постіль; 6 - зона сирої шихти; 7 - зона сушіння й підігріву шихти; 8 - зона горіння твердого палива; 9 - зона готового агломерату; 10 - розвантажувальний кінець машини; 11 - вакуум-камери; 12 - провідне зубчасте колесо привода стрічки; 13 - збірний газопровід.

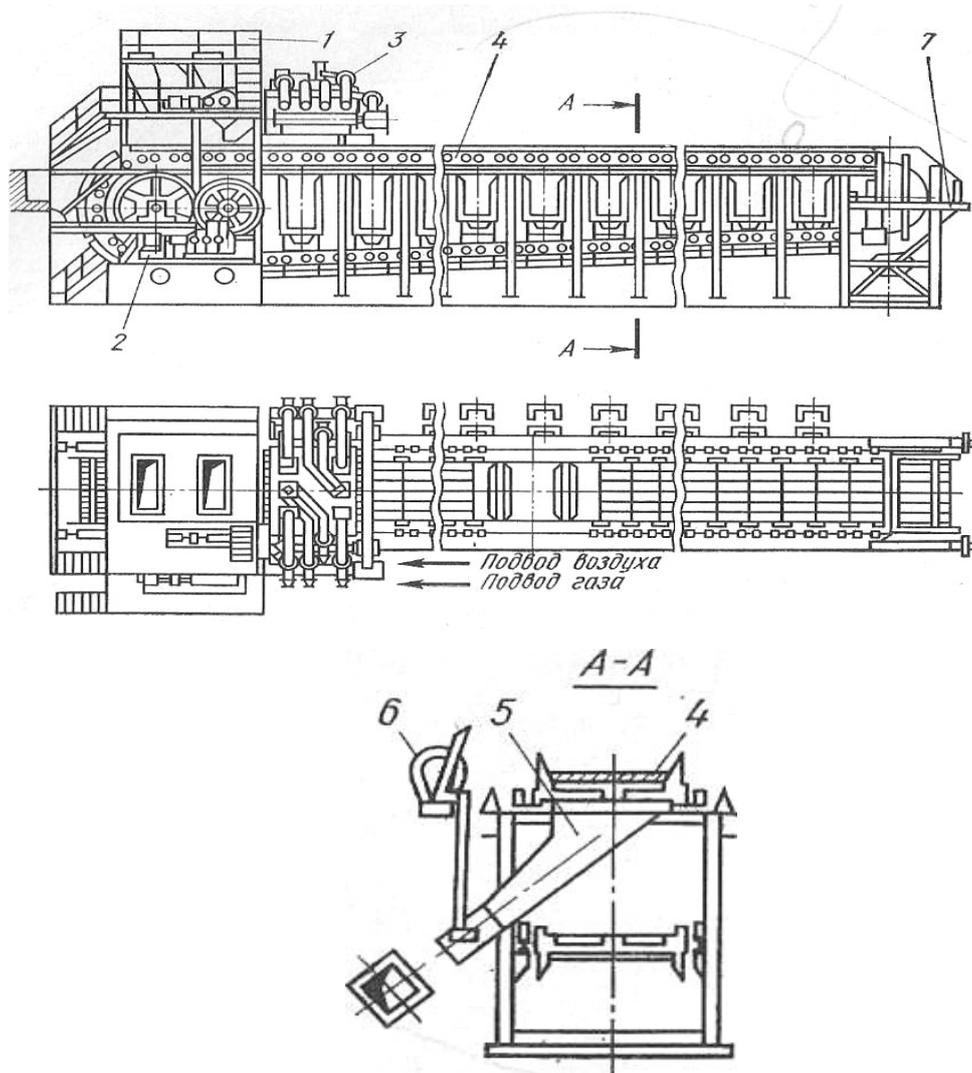


Рис. 24. Агломераци́нная машина конвеерного типу
із площею спікання 75м^2

- 1 - живильники постелі й шихти;
- 2 - привод машинний;
- 3 - запальне горно;
- 4 - спікальні візки- палети;
- 5 - вакуум-камери;
- 6 - клапани для регулювання вакууму;
- 7 - розвантажувальний кінець машини

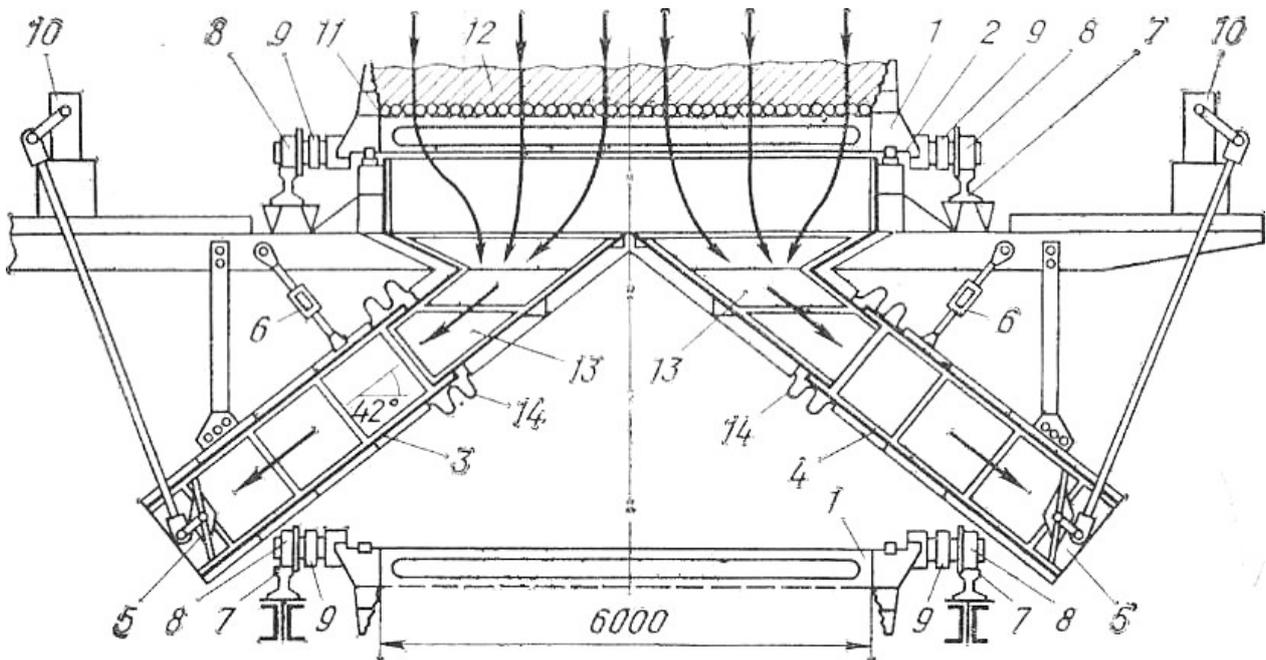


Рис. 25. Двосторонній відвід газів на агломераційній стрічці:

- 1 - палета;
- 2 - ущільнення;
- 3 - лівий патрубок вакуум-камери;
- 4 - правий патрубок вакуум-камери;
- 5 - регулювальні мотилькові клапани; в - тяги підвіски патрубків;
- 7 - ходові рейки;
- 8 - ходові ролики палети;
- 9 - вантажні ролики палети;
- 10 - привод до регулювальних мотилькових клапанів;
- 11 - постіль;
- 12 - аглошихта;
- 13 - футеровані плити;
- 14 - компенсатори теплового розширення конструкції

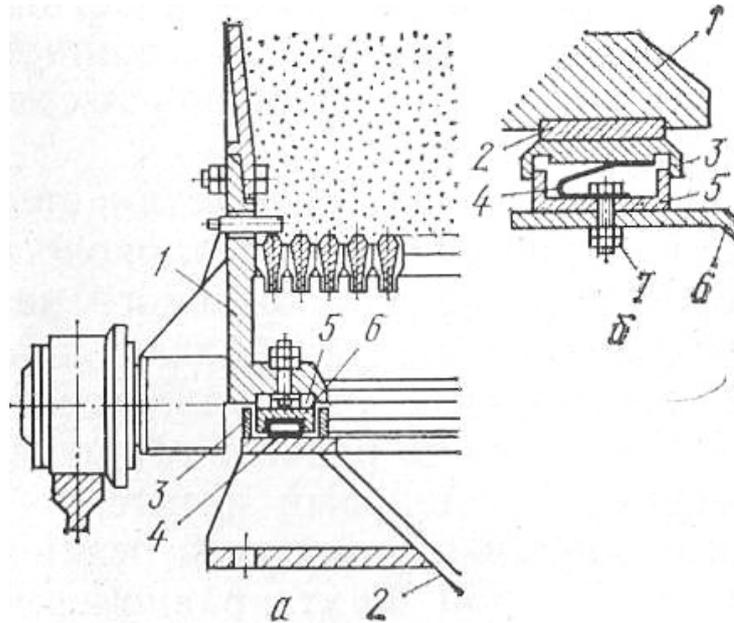


Рис. 26. Поздовжнє ущільнення між палетами й вакуум-камерами

- a* – гідравлічне (1 - палети;
 2 - вакуум-камера;
 3 - ринва;
 4 - гумовотканинний шланг із водою під тиском;
 5 - ущільнювальна пластина палети;
 6- ущільнювальна пластина вакуум-камери);

- б* – пружинне (1 - палета з ущільнювальною пластиною;
 2, 3 - ущільнюючі пластини вакуум-камери;
 4 -пластинчаста пружина;
 5 - ринва;
 6- вакуум-камера;
 7 - болт кріплення ринви й пружини).

РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ АГЛОМЕРАЦІЙНОЇ МАШИНИ

Розрідження під колосниковою решіткою можливо визначити за формулою Л.К. Рамзина:

$$P = A \cdot H \cdot \zeta, \quad (10)$$

де P – розрідження перед колосниковою решіткою; A – швидкість фільтрації повітря $\text{м}^3/(\text{м}^2/\text{с})$; H – висота просасуваного шару, м ; ζ (ζ_2) – коефіцієнти.

В деяких випадках використовують рівняння Дарсі – Вейсбаха:

$$P = H(a \cdot \zeta + b \cdot \zeta_2), \quad (11)$$

де a , b – безрозмірні коефіцієнти.

Якщо вибрано розрідження, швидкість фільтрації повітря, необхідні коефіцієнти, то можливо знайти висоту шару сипучої шихти перед горном живлення:

$$H = P/A \cdot \zeta, \quad \text{або} \quad H = P/(a \cdot \zeta + b \cdot \zeta_2).$$

Існує інша методика розрахунку товщини шару спікання за формулою:

$$H_{\text{ш}} = Q_{\text{м}} / F \cdot 24 \cdot 60 \cdot V_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{а}}, \quad (12)$$

де $V_{\text{в}}$ – швидкість руху спікальних візків, $\text{м}/\text{хв.}$, приймаємо $V_{\text{в}} = 4 \text{ м}/\text{хв.}$;

$\rho_{\text{а}}$ – густина агломерату, приймаємо $\rho_{\text{а}} = 4,5 \text{ т}/\text{м}^3$;

24 – кількість годин за добу;

60 – кількість хвилин за годину.

$$H_{\text{ш}} = 459 / 85 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 4 \cdot 4,5 = 0,208 \text{ м} = 208 \text{ мм}$$

Вертикальна швидкість спікання:

$$V = H_{\text{ш}} / t, \quad (13)$$

де $H_{\text{ш}}$ – висота (товщина) спікаемого шару, мм ; t – час спікання, хв.

Тривалість агломерації складає за довідковими даними відповідно 8...12хв. Приймаємо для розрахунку $t = 10 \text{ хв.}$ Таким чином, вертикальна швидкість спікання дорівнює:

$$V = 208/10 = 20,8 \text{ мм}/\text{хв.}$$

Враховуючи, що на аглофабриках країн СНД швидкість спікання

коливається в межах 20...30 мм/хв., проведені розрахунки виконані правильно.

Довжина контуру агломашини за віссю скатів спікальних візків дорівнює:

$$L_k = n (R + r) + L (1 + 1/\cos a), \quad (14)$$

де R, r - радіуси траєкторії руху вісі скату візка на ділянках підйому та розвантаження візків відповідно; L - довжина горизонтальної ділянки контуру; a –кут нахилу порожньої гілки агломашини, що дорівнює:

$$a = \arctg 2(R - r) / L, \quad (15)$$

приймаємо $R = 3,5\text{м}; r = 2,1\text{м}; L = 80\text{м},$

тоді $a = \arctg 2(3,5 - 2,1)/L = 6 \text{ град.}$

Таким чином, довжина контуру складає:

$$L_k = 3,14 (3,5 + 2,1) + 80 (1 + 1/\cos 6) = 193,58\text{м}, \text{ скруглюємо до } 194\text{м}.$$

Ширина аглоленти дорівнює:

$$B = F/L_\Gamma, \quad (16)$$

де L_Γ – довжина зони спікання.

За конструктивними даними приймаємо $L_\Gamma = 35\text{м}.$

$$B = 85 / 35 = 2,43\text{м}. \text{ Приймаємо } B = 2,5 \text{ м}$$

Виконані розрахунки відповідають параметрам сучасної високопродуктивної машини типу АМ 85/160.

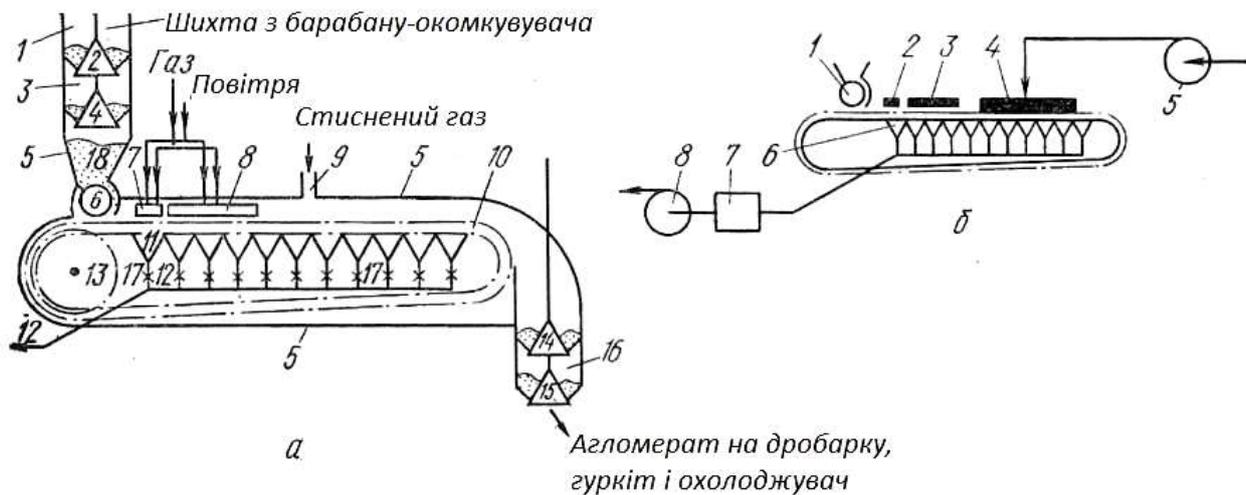


Рис.27. Машини для агломерації під тиском (а) і з наддувом (б):

а) 1 - приймальня воронка; 2 - верхній конус завантажувального пристрою; 3 - міжконусний простір; 4 - нижній конус завантажувального пристрою; 5 - герметичний кожух машини; 6 - барабанний живильник; 7 - запальне горно; 8 - пальник додаткового обігріву шару, що спікається; 9 - уведення стисненого повітря в робочий простір кожуха машини; 10 - палети; 11 - камери для відводу продуктів згоряння твердого палива; 12 - збірний газівідвід продуктів згоряння; 13 - приводні зірочки агломераційної машини; 14 - верхній конус пристрою для видачі агломерату; 15 - нижній конус пристрою для видачі агломерату; 16 - міжконусний простір; 17 - регулювальні дроселі на патрубках камер відводу продуктів згоряння;

б) 1 - барабанний живильник; 2 - запальне горно; 3 - горно додаткового обігріву спікаємого шару; 4 - напірний ковпак зі стисненим повітрям; 5 - напірна повітродувна машина; 6 - вакуум-камери; 7 - пиловловлювач; 8 - ексгаустер.