

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра будівельних, дорожніх, меліоративних,
сільськогосподарських машин і обладнання

02-01-440

РОЗРАХУНКОВИЙ ПРАКТИКУМ

з навчальної дисципліни

***«Технологічні комплекси
виробництва будівельних матеріалів»***

Розділ

***«Технологічні комплекси
виробництва будівельного скла»***

для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня
за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
комісією зі спеціальності 133
«Галузеве машинобудування»
Протокол № 09 від 19.02.2019 р.

Рівне – 2019

Розрахунковий практикум з навчальної дисципліни «Технологічні комплекси виробництва будівельних матеріалів» розділ «Технологічні комплекси виробництва будівельного скла» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання (02-01-440) / Науменко Ю.В. Рівне: НУВГП, 2019. 47 с.

Упорядник: Ю.В. Науменко, доктор технічних наук, доцент.

Відповідальний за випуск: С.В. Кравець, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання.

ЗМІСТ

Практична робота 1

Підбір формувального обладнання технологічного комплексу виробництва листового скла способом вертикального витягування..... 3

Практична робота 2

Підбір обладнання для підрізання стрічки та відламування листа технологічного комплексу виробництва листового скла способом вертикального витягування..... 20

Практична робота 3

Підбір формувального обладнання технологічного комплексу виробництва листового скла способом горизонтального витягування.....28

Практична робота 4

Підбір формувального обладнання технологічного комплексу виробництва листового скла способом прокатування..... 35

Список літератури..... 47

© Науменко Ю.В., 2019

© НУВГП, 2019

Практична робота 1
ПІДБІР ФОРМУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ
ВИРОБНИЦТВА ЛИСТОВОГО СКЛА
СПОСОБОМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВИТЯГУВАННЯ

Мета роботи: Вивчити робочий процес ланцюгів обладнання технологічного комплексу виробництва листового скла способом вертикального витягування та розрахувати основні технологічні і конструктивні параметри, потужність приводного двигуна формувальної машини та питому енергоємність процесу вертикального витягування листового скла.

Основні теоретичні відомості

Технологічний комплекс для виробництва листового поділяється на низку **технологічних переділів**: **сировинний цех**; **цех варіння скла**; **цех формування листів скла**; **цех обробки скла** (відламування, розкрою, обробки кромки листів та термічної обробки); **цех зберігання, пакування та відвантаження** скла. У сировинному цеху готується шихта для варіння скла шляхом грубого подрібнення, сушіння, тонкого подрібнення, класифікації (видалення крупних фракцій), магнітної сепарації (видалення заліза), промивання (флотації) (рис. 1.1-1.3). У цеху варіння плавиться шихта та готується рідка скляна маса у **ванній скловарній печі** (рис. 1.4 та 1.5).

У цеху формування **технологічного комплексу виробництва листового скла способом вертикального витягування** (рис. 1.6) застосовуються **машини вертикального витягування** (рис. 1.7-1.9). Листове скло формується **човниковим** (рис. 1.10 та 1.11) та **безчовниковим** (рис. 1.12) **способом** зі застосуванням **водяних холодильників** (рис. 1.13) та **приводних валиків вертикального витягування** (рис. 1.14 та 1.15). Для запобігання звуження плоскої стрічки скляної маси (рис. 1.16) використовуються **бортоутримуючі** (рис. 1.17 та 1.18) та **бортоформувальні** (рис. 1.19) **ролики**.

При вертикальному витягуванні товщина листів скла становить 2...10 мм, ширина – до 3000 мм, швидкість витягування – до 200 м/год.

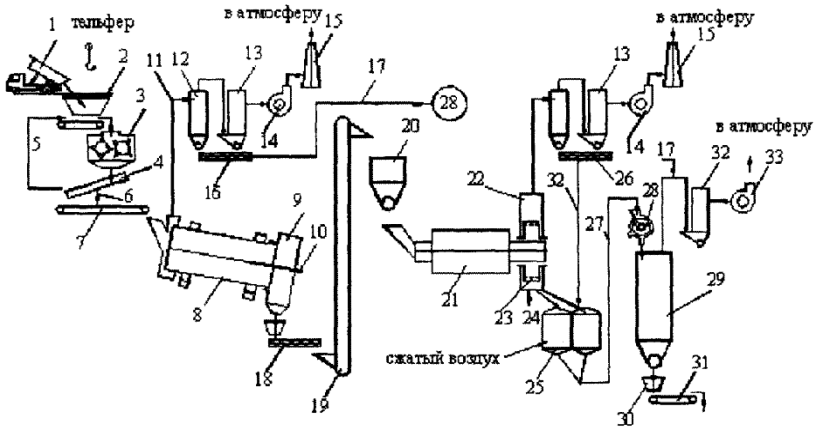


Рис. 1.1. Схема ланцюгів обладнання технологічної лінії приготування скляної сировинної шихти: 1 – транспортування сировини; 2 – приймальний бункер зі живильником; 3 – зубчата валкова дробарка; 4 – колосниковий грохот; 5 – повернення крупних кусків; 6 – дрібний продукт; 7 – стрічковий живильник; 8 – сушильний барабан; 9 – топка; 10 – пальник; 11 – гази, що відходять; 12 – циклони; 13 та 32 – рукавні фільтри; 14 та 33 – вентилятори; 15 – димар; 16, 18 та 26 – гвинтові конвеєри; 17, 24, 27 та 32 – готовий продукт; 19 – елеватор; 20 – витратний бункер; 21 – кульовий млин; 22 – аспірацій на коробка; 23 – контрольне сито; 25 – пневматичний насос; 28 – електромагнітний сепаратор; 29 – силос; 30 – комірковий живильник; 31 – ваговий дозатор.

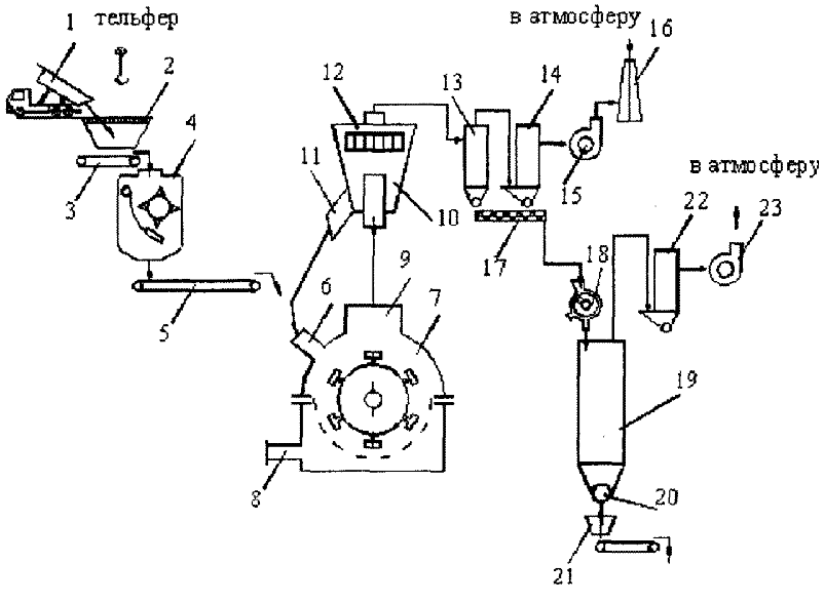


Рис. 1.2. Схема ланцюгів обладнання технологічної лінії приготування скляної сировинної шихти зі застосуванням молоткового млина із одночасним сушінням: 1 – транспортування сировини; 2 – приймальний бункер, 3 та 5 – стрічкові конвеєри, 4 – одновалкова зубчата дробарка, 6 – розвантажувальна тічка, 7 – молотковий млин, 8 – патрубок підведення гарячих газів, 9 – розвантажувальний патрубок, 10 – сепаратор, 11 – патрубок крупки, 12 – патрубок готового продукту, 13 – циклон, 14 та 22 – рукавні фільтри, 15 та 23 – вентилятори, 16 – труба, 17 – гвинтовий конвеєр, 18 – електромагнітний сепаратор, 19 – силос готового продукту, 20 – комірковий живильник, 21 – ваговий дозатор.

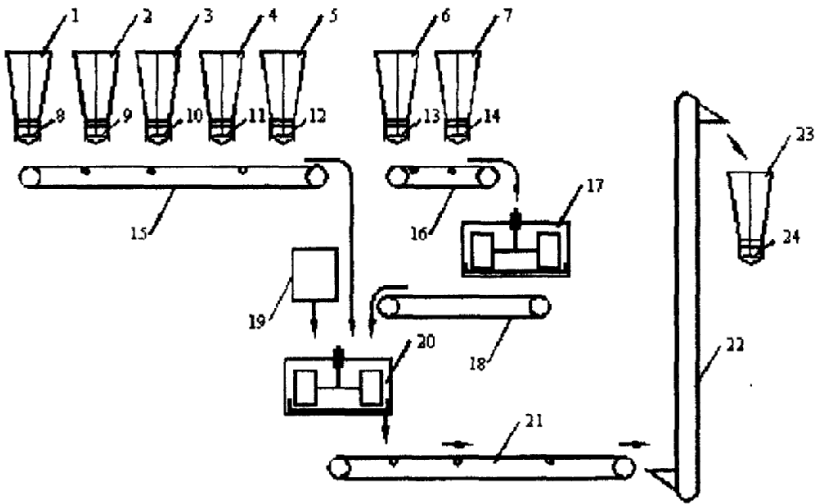


Рис. 1.3. Схема ланцюгів обладнання технологічної лінії приготування скляної сировинної шихти: 1-7 – бункера, відповідно, піску, доломіту, вапняку, соди, сульфіту та вугілля; 8-14 – автоматичні вагові дозатори; 15, 16, 18 та 21 – стрічкові конвеєри; 17 та 20 – змішувальні бігуни; 19 – дозатор води; 22 – елеватор; 23 – витратний бункер; 24 – ваговий дозатор.

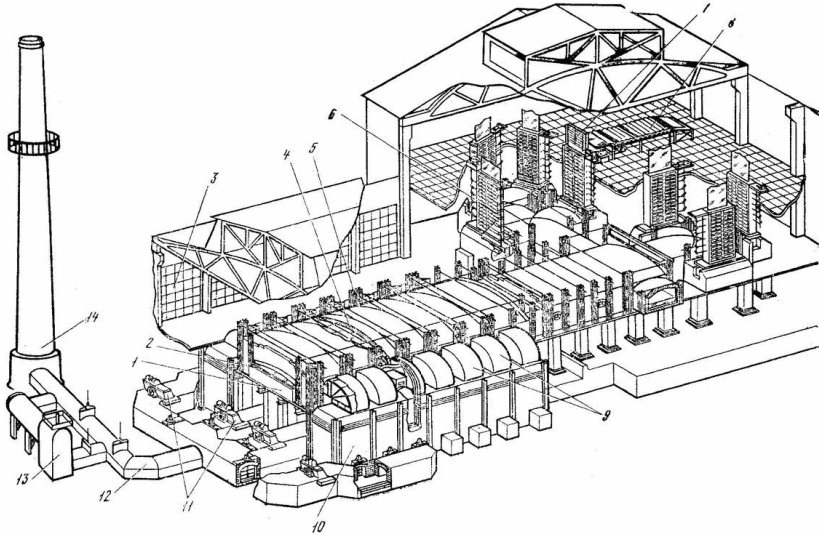


Рис. 1.4. Ванна скловарна піч: 1 – басейн, 2 – завантажувальна кишеня, 3 – будівля цеху варіння скла, 4 – головна стеля, 5 – колони обв'язування печі, 6 – машина вертикального витягування, 7 – відламувач рамного типу, 8 – роликівий конвеєр, 9 – пальники, 10 – регенератори, 11 – повітряний шибер, 12 – боров для відведення відпрацьованих газів, 13 – котел-утилізатор, 14 – димар.

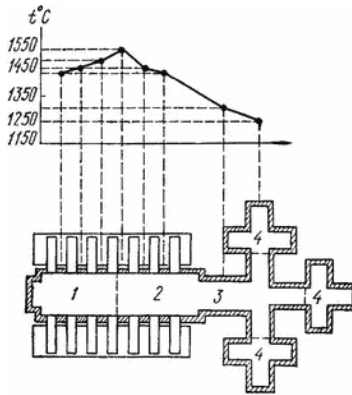


Рис. 1.5. Розташування зон у ванній скловарній печі: 1 – зона варіння, 2 – зона освітлення, 3 – зона охолодження, 4 – зона виробітки.

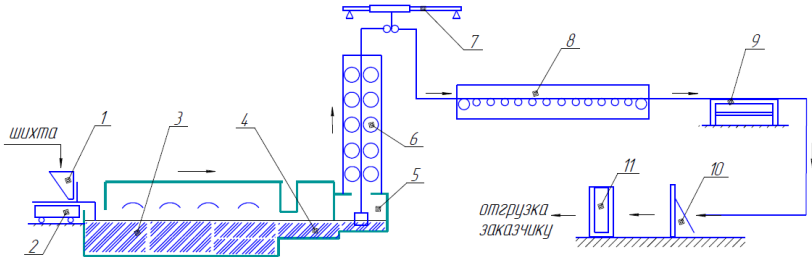


Рис. 1.6. Технологічний комплекс виробництва листового скла способом вертикального витягування: 1 – бункер для шихти, 2 – завантажувач шихти, 3 – ванна піч для варіння скла, 4 – виробітчий канал, 5 – підмашинна камера, 6 – машина вертикального витягування скла, 7 – автомат відламування листів скла, 8 – конвеєр транспортування листів скла, 9 – стіл різання скла, 10 – піраміда групування скла, 11 – обладнання пакування скла.

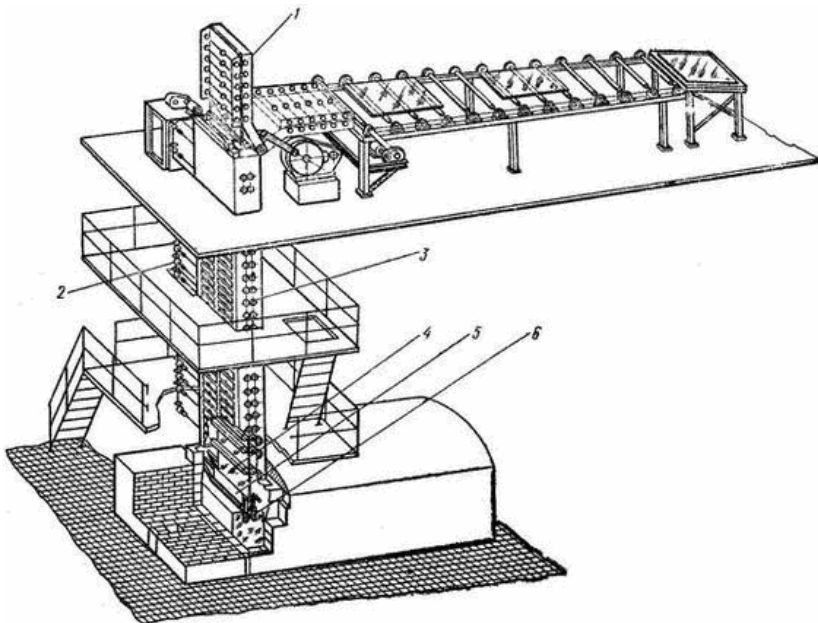


Рис. 1.7. Наочне зображення машини вертикального витягування скла: 1 – шахта машини, 2 – привод валиків, 3 – валики, 4 – стрічка скла, 5 – холодильник, 6 – човник.

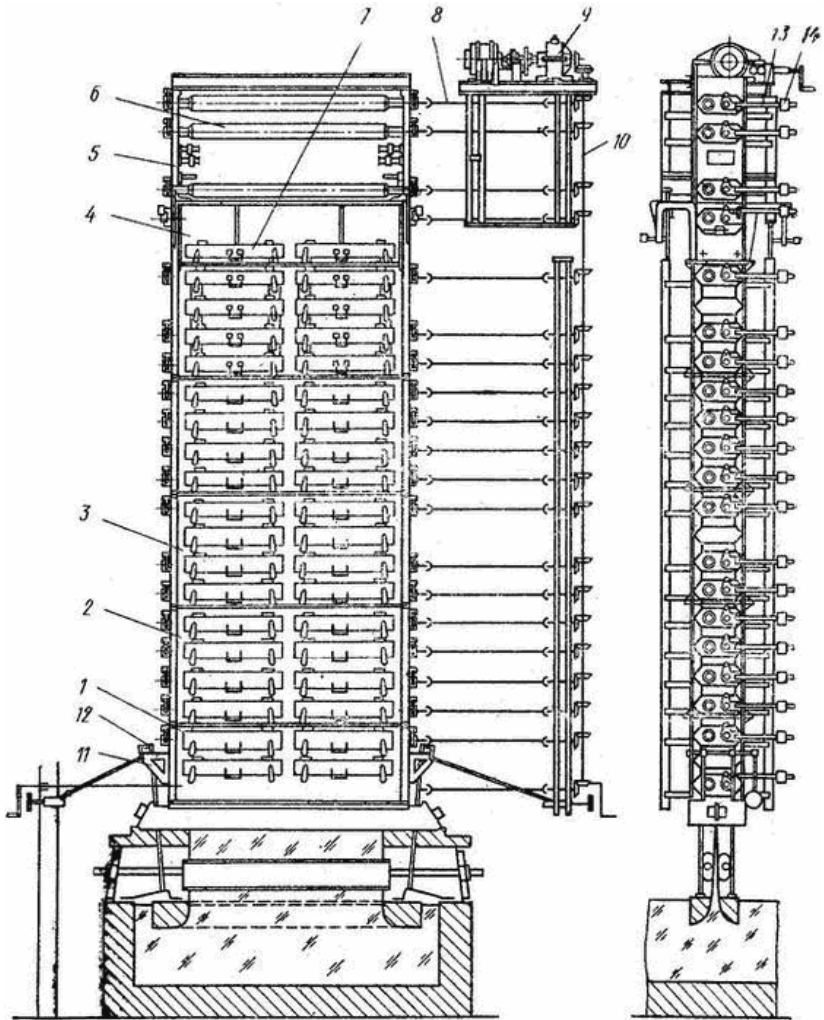


Рис. 1.8. Загальний вигляд машини вертикального витягування скла:
 1-5 – секції, 6 – валики, 7 – люки, 8 – карданний вал,
 9 – привод обертання валиків, 10 – вертикальний вал приводу,
 11 – кронштейн, 12 – натискний механізм, 13 – важіль, 14 – вантаж.

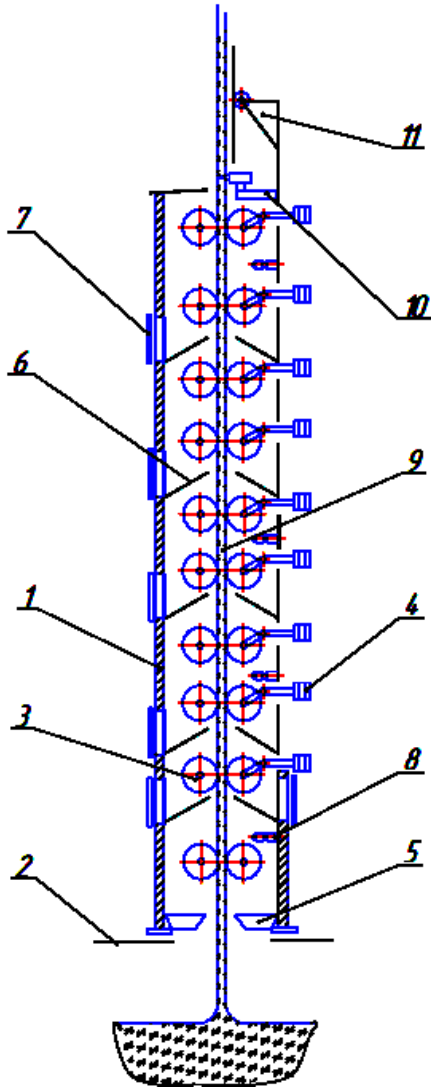


Рис. 1.9. Схема машини вертикального витягування скла:
 1 – шахта, 2 – підмашинна камера, 3 – валки, 4 – вантажі,
 5 – боевловлюючі короби, 6 – схили, 7 – шахтні люки, 8 – пальники,
 9 – стрічка скла, 10 – механізм підрізання, 11 – відламщик скла.

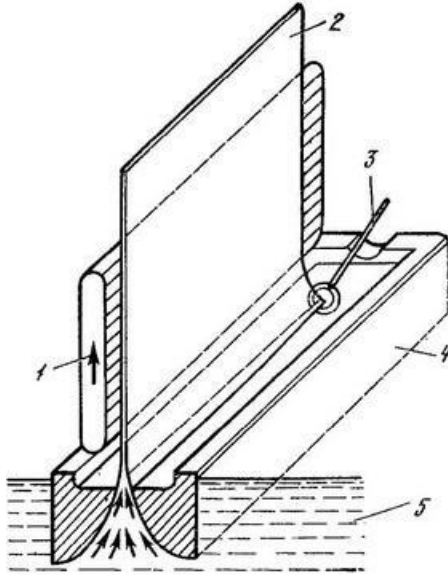


Рис. 1.10. Схема формування листового скла човниковим способом:
 1 – холодильник, 2 – стрічка скла,
 3 – бортотримач, 4 – човник, 5 – скломаса.

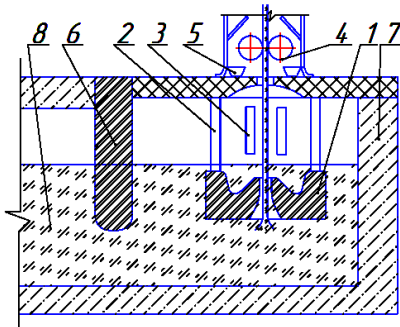


Рис. 1.11. Схема підмашинної камери для човникового витягування скла:
 1 – човник, 2 – натискна штанга, 3 – холодильник,
 4 – машина вертикального витягування скла,
 5 – боекловлюючі короби, 6 – міст, 7 – ванна, 8 – скломаса.

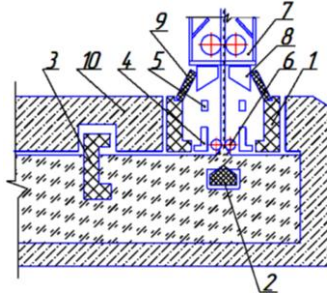


Рис. 1.12. Схема підмашинної камери для безшовного витягування скла: 1 – L-подібні блоки, 2 – центральне занурене тіло, 3 – протисвильний міст, 4 – основні холодильники, 5 – додаткові холодильники, 6 – бортоформуючі ролики, 7 – машина вертикального витягування скла, 8 – боеволовлюючі короби, 9 – склепові холодильники, 10 – ванна із розплавленим склом.

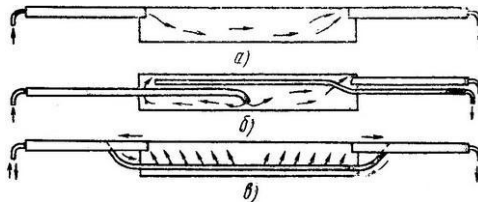


Рис. 1.13. Холодильники: а – прямо токовий, б – із центральним підведенням та бічними відводами води, в – із розподіленим струминним підведенням та бічними відводами води.

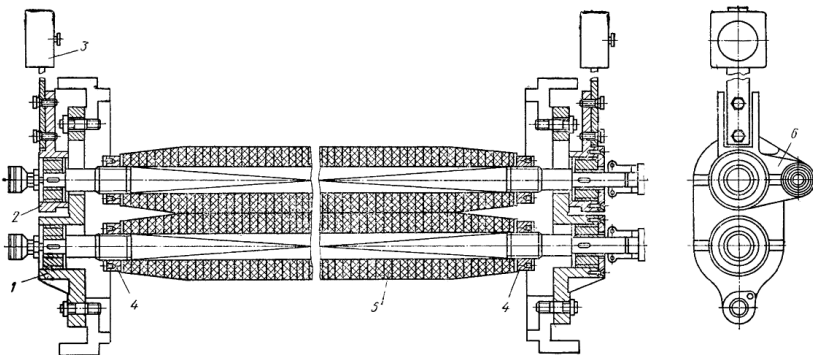


Рис. 1.14. Азбестові валики вертикального витягування скла: 1 – підшипник у нерухомі опорі, 2 – підшипник у рухомому кронштейні, 3 – вантаж, 4 – гайка, 5 – валик, 6 – рухомий кронштейн.

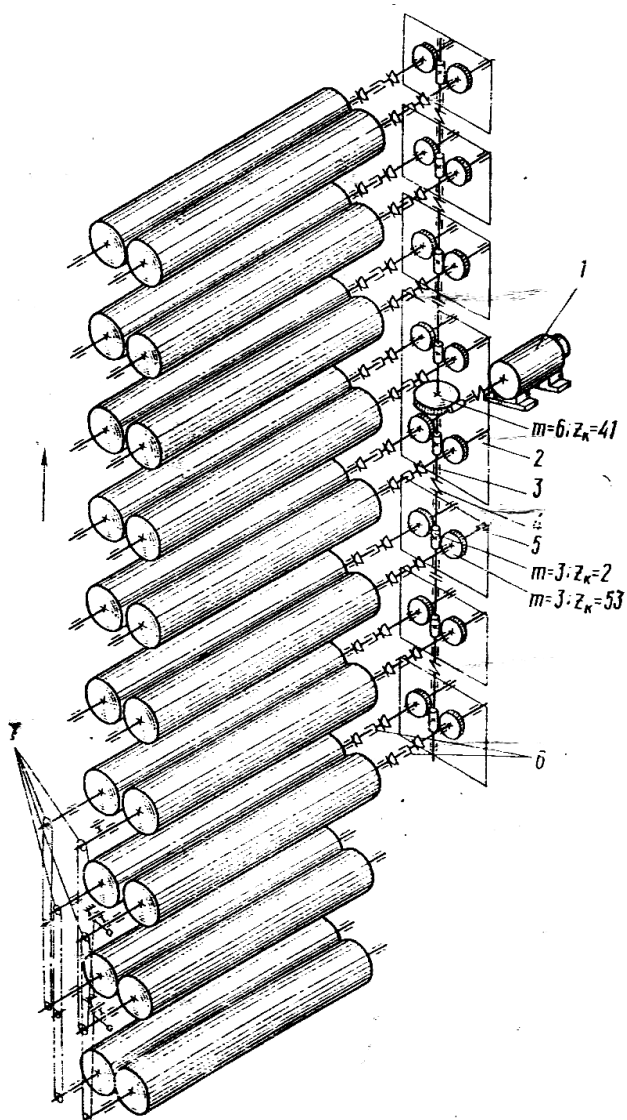


Рис. 1.15. Кінематична схема приводу валиків машини вертикального витягування скла: 1 – електродвигун, 2 – черв'ячний редуктор, 3 – вертикальний вал, 4 – ланцюгові муфти, 5 – черв'ячний редуктор, 6 – карданні валики, 7 – ланцюгові передачі.

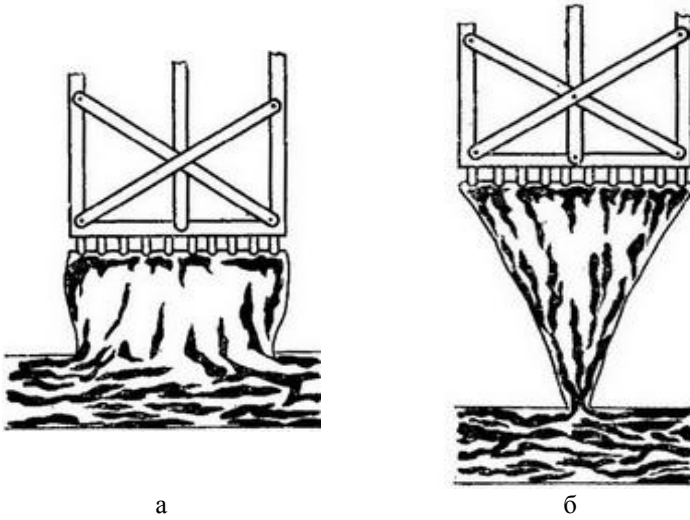


Рис. 1.16. Стадії витягування скляного листа із поверхні скломаси (за допомогою зануреного плоского металевого листа): а – початкова стадія плоскої стрічки, б – наступна стадія звуження по ширині та утворення нитки круглого перерізу.

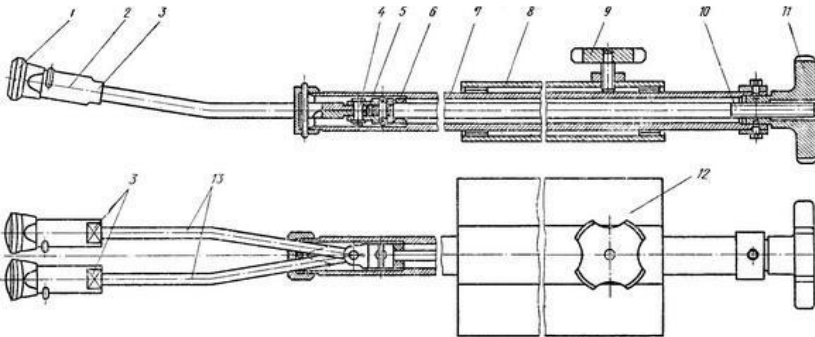


Рис. 1.17. Роликові борготримачі:
 1 – ролики, 2 – вісь, 3 – втулки, 4 – вертикальний палець, 5 – вилка,
 6 – упорне кільце, 7 – корпус, 8 – опора, 9 – гвинт, 10 – тяга,
 11 – рукоятка, 12 – опорна пластина, 13 – несучі штанги.

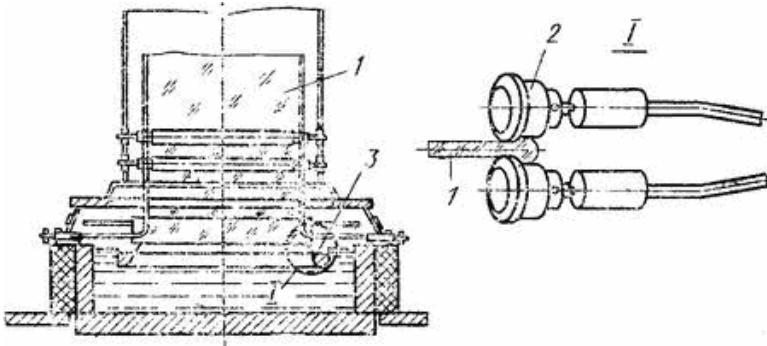


Рис. 1.18. Схема установки бортодержавців у підмашинній камері:
 1 – стрічка скла, 2 – ролики, 3 – човник.

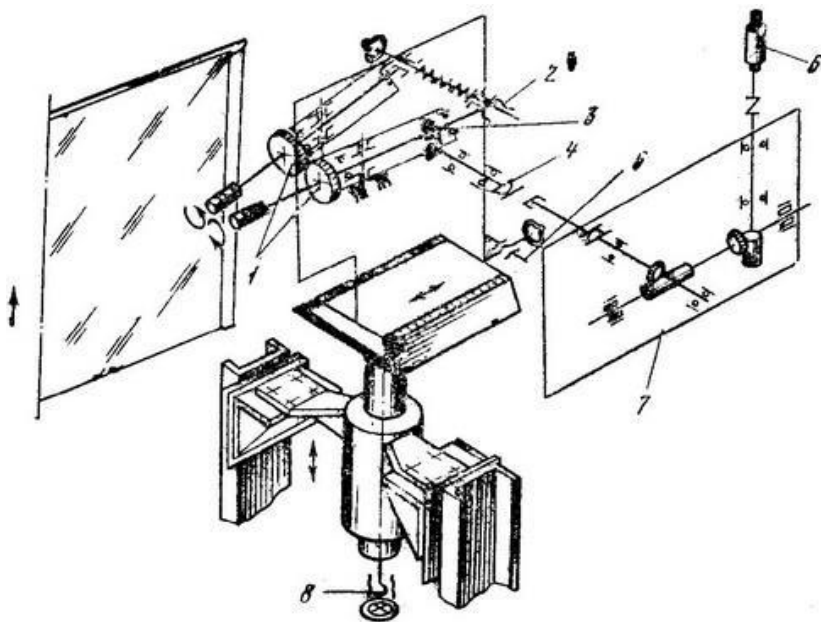


Рис. 1.19. Кінематична схема бортоформувальних роликів:
 1 – зубчаста шестерня, 2 – гвинт, 3 – кінцева шестерня,
 4 карданний вал, 5 та 8 – механізм для пересування,
 6 – електродвигун, 7 – черв'ячний редуктор.

Порядок виконання роботи

1. Вибрати за варіантом з табл. 1.1 вихідні дані роботи: товщину скла δ , швидкість витягування стрічки скла v та висоту листа, що відрізається від стрічки скла h_d .

Таблиця 1.1
Варіанти вихідних даних до виконання роботи 1

Варіант	δ , м	v , м/год.	h_d , м
1	2	3	4
1	0,002	120	1,25
2	0,002	119	1,3
3	0,002	118	1,35
4	0,0025	117	1,4
5	0,0025	116	1,45
6	0,0025	115	1,5
7	0,003	114	1,55
8	0,003	113	1,6
9	0,003	112	1,65
10	0,0035	111	1,7
11	0,0035	110	1,74
12	0,0035	109	1,78
13	0,004	108	1,82
14	0,004	107	1,86
15	0,004	106	1,9
16	0,0045	105	1,94
17	0,0045	104	1,98
18	0,0045	103	2,02
19	0,005	102	2,06
20	0,005	101	2,1
21	0,005	100	2,14
22	0,005	99	2,18
23	0,0055	98	2,22
24	0,0055	97	2,26

Продовження таблиці 1.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
25	0,0055	96,5	2,3
26	0,0055	96	2,34
27	0,006	95,5	2,38
28	0,006	95	2,42
29	0,006	94,5	2,46
30	0,006	94	2,5

2. Визначити продуктивність машини вертикального витягування скла Π , м²/год.:

$$\Pi = k_1 \cdot k_2 \cdot v \cdot B,$$

де $k_1=0,92-0,95$ – коефіцієнт використання машини із урахуванням простоїв та бою скла; $k_2=0,98-0,99$ – коефіцієнт, що враховує пробуксовку азбестових валиків; $B=3$ м – ширина стрічки скла, що витягується.

3. Визначити загальну довжина стрічки скла, що витягується азбестовими валиками h , м:

$$h = h_c + h_\partial + h_\lambda,$$

де $h_c=4,75$ м – відстань між осями нижньої та верхньої пар азбестових валиків; $h_\partial=1$ м – відстань від дзеркала скломаси до першої пари валиків.

4. Визначити силу тяжіння стрічки скла, що витягується Q , Н:

$$Q = h \cdot B \cdot \delta \cdot \rho \cdot g,$$

де $\rho=2500$ кг/м³ – густина скла; $g=9,81$ м/с² – прискорення сили тяжіння.

5. Визначити площу поперечного перерізу стрічки скла S , м²:

$$S = \delta \cdot B.$$

6. Визначити зусилля витягування стрічки зі скломаси T , Н:

$$T = S \cdot p,$$

де $p=10^5$ Па – необхідне напруження при витягування стрічки зі скломаси.

7. Визначити загальну силу тяги для піднімання стрічки F_n , Н:

$$F_n = Q + T .$$

8. Визначити загальну силу тяги для піднімання стрічки для одної пари валиків F , Н:

$$F = \frac{F_n}{10} ,$$

де 10 – число пар валиків, із загальної кількості 13, що приймають участь у витягуванні стрічки.

9. Визначити силу тиску валиків на поверхню скла P , Н:

$$P = \frac{F}{2 \cdot f} ,$$

де $f=0,3$ – коефіцієнт тертя між склом та азбестовими валиками.

10. Визначити крутячий момент для одного азбестового валика $M_{кр}$, Нм:

$$M_{кр} = \frac{P \cdot f \cdot D}{2} ,$$

де $D=0,18$ м – діаметр азбестового валика.

11. Визначити додатковий крутячий момент для подолання опорів, що виникають при обкочуванні валиків по склу та у цапфі $M_о$, Нм:

$$M_о = \mu \cdot P + \mu_n \cdot r \cdot \sqrt{P^2 + G^2} ,$$

де $\mu=0,0005$ м – коефіцієнт тертя кочення; $\mu_n=0,01$ – приведений коефіцієнт тертя для роликотідшипників; $r=0,0225$ м – радіус цапфи валика; $G=2400$ Н – сила тяжіння валика.

12. Визначити сумарний крутячий момент для 20 валиків $M_{сум}$, Нм:

$$M_{сум} = (M_{кр} + M_о) \cdot 20 .$$

13. Визначити кутову швидкість обертання валика ω , 1/с:

$$\omega = \frac{2 \cdot v}{3600 \cdot D} .$$

14. Визначити потужність, що необхідна для обертання валиків $N_о$, Вт:

$$N_{\epsilon} = M_{\text{сум}} \cdot \omega .$$

15. Визначити загальний коефіцієнт корисної дії машини η :

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot \eta_6 ,$$

де $\eta_1=0,96$ – коефіцієнт, що враховує втрати на тертя у шарнірній передачі; $\eta_2=0,98$ – те саме у циліндричній передачі (передається половина потужності) між шарнірними валами; $\eta_3=0,96$ – те саме для конічних пар: вертикальний вал – валики; $\eta_4=0,9$ – те саме у підшипниках вертикального валу; $\eta_5=0,96$ – те саме у конічній зубчастій парі: редуктор – вертикальний вал; $\eta_6=0,85$ – коефіцієнт корисної дії редуктора.

16. Визначити необхідну потужність електродвигуна приводу машини $N_{\text{дв}}$, Вт:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\epsilon}}{\eta} .$$

17. Визначити питому енергоємність процесу вертикального витягування листового скла E , (кВт·год.)/м²:

$$E = \frac{N_{\text{дв}}}{\Pi} .$$

Зміст звіту про виконання практичної роботи 1

1. Номер та назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Основні текстові теоретичні відомості (с. 3-4).
4. Розрахунок основних технологічних і конструктивних параметрів, потужності приводного двигуна формульної машини та питомої енергоємності процесу вертикального витягування листового скла за п.п. 1-17 із текстовими поясненнями.

Практична робота 2 **ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ** **ДЛЯ ПІДРІЗАННЯ СТРІЧКИ ТА ВІДЛАМУВАННЯ ЛИСТА** **ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ** **ВИРОБНИЦТВА ЛИСТОВОГО СКЛА** **СПОСОБОМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВИТЯГУВАННЯ**

Мета роботи: Вивчити робочий процес ланцюгів обладнання технологічного комплексу виробництва листового скла способом вертикального витягування та розрахувати основні технологічні і конструктивні параметри, потужність приводного двигуна машини для відламування та питому енергоємність процесу підрізання стрічки та відламування листа скла.

Основні теоретичні відомості

У цеху обробки скла технологічного комплексу виробництва листового скла способом вертикального витягування (рис. 1.6) застосовуються **автоматичні відломщики листового скла** (рис. 2.1), призначені для підрізання стрічки, відламування листів скла та укладання їх на горизонтальний конвеєр. Відломщик розташований на верхній секції машини вертикального витягування скла з боку, що є протилежним до зони укладання листів. Перед початком роботи, відломщик встановлюється по висоті у відповідності зі заданим розміром листів скла, за допомогою механізму підйому, після чого він переводиться на автоматичний режим роботи.

Пристрій підрізання стрічки скла (рис. 2.2) відломщика призначений для автоматичного підрізання стрічки на листи скла заданого розміру. Каретка 3 пересувається по напрямній 4 за допомогою ланцюга 7. Після проходження борта стрічки каретка притискається до скла і виконує надріз. У кінці ходу вона натискає на кінцевий вимикач 6, який подає сигнал на реверс двигуна приводу та повернення каретки назад. Після натискання каретки на кінцевий вимикач 5, подається сигнал на її зупинку.

Пристрій відламування та укладання листів скла (рис. 2.3) відломщика призначений для автоматичного відламування листи скла та укладання їх на горизонтальний роликівий конвеєр. Стрічка скла 9, проходячи між роликками 3 та 4 рами 1, натискає на вимикач 5, який подає сигнал на включення підрізчика 2. При подальшому русі вона натискає на вимикач 6, який подає сигнал на привод 8 повороту рами 1 та одночасне затискання листа роликками 4. Лист відламується у момент повороту рами від вертикального положення та плавно укладається на конвеєр 7. Після сходження листа з конвеєра 7, рама 1 синхронно повертається у вихідне положення.

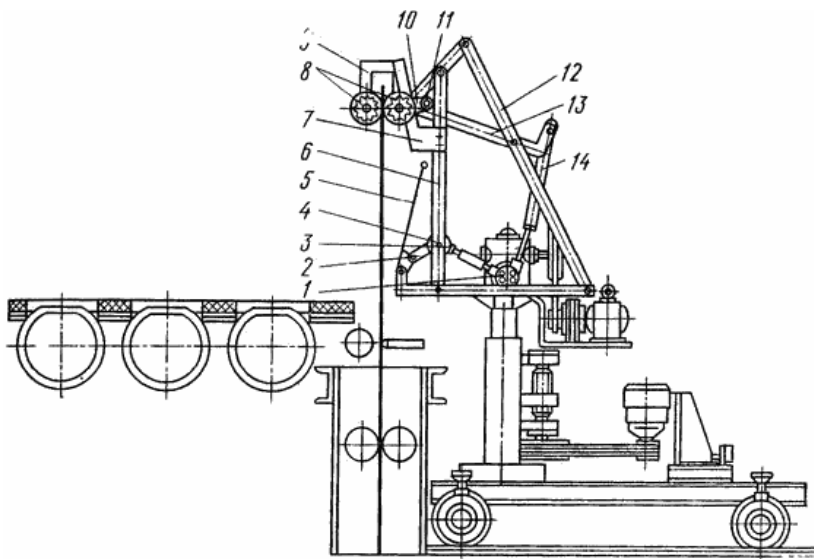


Рис. 2.1. Автоматичний відломщик листів скла важільного типу:
 1 – ексцентрик; 2, 3 та 14 – шатуни; 4 – вісь; 5 – важіль-штовхач;
 6, 9, 10 та 13 – важелі; 7 – копії; 8 – упорний та притискний роликівий із напрусованими гумовими кільцями; 11 – противага; 12 – тяга.

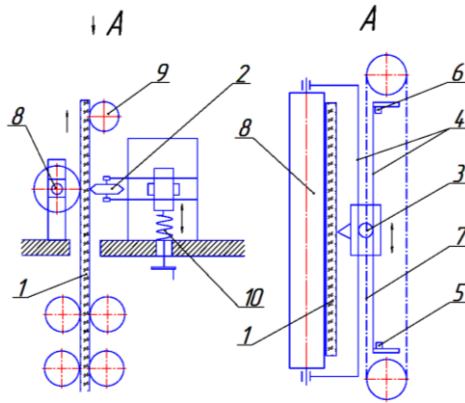


Рис. 2.2. Схема пристрою автоматичного підрізання стрічки скла:
 1 – стрічка скла, 2 – різець, 3 – каретка, 4 – напрямна,
 5 та 6 – сигналізатори із кінцевими вимикачами,
 7 – ланцюгова передача, 8 – опорний ролик,
 9 – притисний ролик, 10 – механізм піднімання траверси.

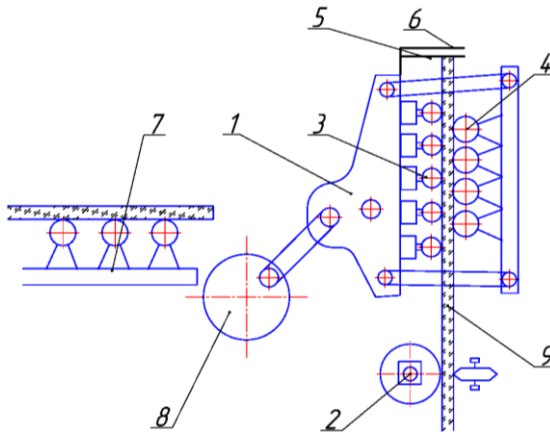


Рис. 2.3. Схема пристрою автоматичного відламування та укладання листів скла на роликівий конвеєр:
 1 – поворотна рама, 2 – пристрій для підрізання скла,
 3 – опорні ролики, 4 – притисні ролики,
 5 та 6 – сигналізатори із кінцевими мікровимикачами,
 7 – роликівий конвеєр, 8 – привод поворотної рами, 9 – стрічка скла.

Порядок виконання роботи

1. Вибрати за варіантом з табл. 2.1 вихідні дані роботи: товщину скла δ , ширину стрічки скла B та довжину листа, що відламується, l .

Таблиця 2.1

Варіанти вихідних даних до виконання роботи 2

Варіант	δ , м	B , м	l , м
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	0,002	2,7	1,2
2	0,002	2,74	1,24
3	0,0025	2,78	1,28
4	0,0025	2,82	1,32
5	0,003	2,85	1,36
6	0,003	2,88	1,4
7	0,0035	2,91	1,44
8	0,0034	2,94	1,48
9	0,004	2,97	1,52
10	0,004	3	1,56
11	0,0045	3,03	1,6
12	0,0045	3,06	1,64
13	0,005	3,09	1,68
14	0,005	3,12	1,72
15	0,0055	3,15	1,76
16	0,0055	3,18	1,8
17	0,006	3,21	1,85
18	0,006	3,24	1,9
19	0,007	3,27	1,95
20	0,007	3,3	2
21	0,0075	3,33	2,05
22	0,008	3,36	2,1
23	0,0085	3,39	2,15
24	0,009	3,42	2,2

Продовження таблиці 2.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
25	0,095	3,45	2,25
26	0,01	3,48	2,3
27	0,0105	3,51	2,35
28	0,011	3,54	2,4
29	0,0115	3,57	2,45
30	0,012	3,6	2,5

2. Визначити тривалість циклу процесу підрізання стрічки та відламування листа скла t_u , с:

$$t_u = 3600 \cdot \frac{l}{v},$$

де $v=100$ м/год. – середня швидкість вертикального витягування стрічки скла.

3. Визначити кількість відламувань листів скла протягом однієї години Z , год.⁻¹:

$$Z = \frac{t_{200}}{t_u},$$

де $t_{200}=3600$ с – тривалість однієї години.

4. Визначити продуктивність машини для підрізання стрічки та відламування листів скла Π , м²/год.:

$$\Pi = B \cdot l \cdot Z.$$

5. Визначити силу тяжіння листа скла, що відламується G_c , Н:

$$G_c = l \cdot B \cdot \delta \cdot \rho \cdot g,$$

де $\rho=2500$ кг/м³ – густина скла; $g=9,81$ м/с² – прискорення сили тяжіння.

6. Визначити складову осьового навантаження на гвинт від сили тяжіння каретки та листа скла P_m , Н:

$$P_m = (G_k + G_c) \cdot \sin \alpha,$$

де $G_k=500$ Н – сила тяжіння каретки; $\alpha=15^\circ$ – кут нахилу гвинта до горизонталі.

7. Визначити інерційний момент опору поперечного перерізу скляного листа на згин W , м³:

$$W = \frac{B \cdot \delta^2}{6}.$$

8. Визначити момент опору відламуванню скляного листа M , Нм:

$$M = \sigma \cdot W,$$

де $\sigma=10^7$ Па – границя міцності скляного листа на згин.

9. Визначити необхідне зусилля відламування скляного листа Q , Н:

$$Q = \frac{M}{l}.$$

10. Визначити складову осьового навантаження на гвинт від дії зусилля відламування скляного листа P_o , Н:

$$P_o = Q \cdot \cos \alpha.$$

11. Визначити складову осьового навантаження на гвинт від опору переміщенню каретки по напрямним P_o , Н:

$$P_o = (G_k + G_c) \cdot f \cdot \sin \alpha,$$

де $f=0,15$ – коефіцієнт тертя ковзання при переміщенні каретки по напрямним.

12. Визначити сумарне осьове навантаження на гвинт $P_{сум}$, Н:

$$P_{сум} = P_m + P_e + P_o.$$

13. Визначити потрібний крутячий момент гвинта для пересування каретки M_k , Нм:

$$M_k = P_{сум} \cdot \operatorname{tg}(\psi + \varphi) \cdot \frac{d_{ксп}}{2},$$

де $\psi=6^\circ$ – кут підйому гвинтової лінії; $\varphi=6^\circ$ – кут тертя; $d_{ксп}=0,05$ м – середній діаметр різьби гвинта пересування каретки.

14. Визначити необхідну потужність електродвигуна приводу пересування каретки N_k , Вт:

$$N_k = \frac{M_k \cdot \omega_k}{\eta_k},$$

де $\omega_k=20$ 1/с – кутова швидкість обертання гвинта для пересування каретки; $\eta_k=0,95$ – коефіцієнт корисної дії приводу пересування каретки.

15. Визначити потрібний крутячий момент гвинта для піднімання захоплювача скляного листа M_3 , Нм:

$$M_3 = k_3 \cdot G_3 \cdot \operatorname{tg}(\psi + \varphi) \cdot \frac{d_{зсп}}{2},$$

де $k_3=1,2$ – коефіцієнт, що враховує втрати на тертя у напрямних для штанг захоплювача; $G_3=300$ Н – сила тяжіння гвинта та захоплювача зі штангами; $\psi=6^\circ$ – кут підйому гвинтової лінії; $\varphi=6^\circ$ – кут тертя; $d_{зсп}=0,04$ м – середній діаметр різьби гвинта піднімання захоплювача.

16. Визначити необхідну потужність електродвигуна приводу піднімання захоплювача скляного листа N_3 , Вт:

$$N_3 = \frac{M_3 \cdot \omega_3}{\eta_3},$$

де $\omega_k=10$ 1/с – кутова швидкість обертання гвинта для піднімання захоплювача; $\eta_k=0,97$ – коефіцієнт корисної дії приводу піднімання захоплювача.

17. Визначити необхідну потужність електродвигуна приводу пересування візка N_6 , Вт:

$$N_6 = \frac{(G_6 + G_c) \cdot \left(\frac{\mu_n \cdot d_k + 2 \cdot \mu}{D_k} \right) \cdot k_6 \cdot v}{\eta_6},$$

де $G_6=600$ Н – сила тяжіння візка; $D_k=0,1$ м – діаметр колеса візка; $d_k=0,05$ м – діаметр цапфи колеса; $\mu_n=0,1$ – приведений коефіцієнт тертя у підшипниках коліс; $\mu=0,0005$ м – коефіцієнт тертя кочення; $k_6=1,5$ – коефіцієнт, що враховує додатковий опір руху від тертя реборд коліс по рейкам; $v=0,05$ м/с – швидкість пересування візка; $\eta_k=0,92$ – коефіцієнт корисної дії приводу пересування візка.

18. Визначити сумарну потужність електродвигунів приводів машини для відламування листового скла $N_{\partial 6}$, Вт:

$$N_{\partial 6} = N_k + N_3 + N_6.$$

19. Визначити питому енергоємність процесу підрізання стрічки та відламування листа скла E , (кВт·год.)/м²:

$$E = \frac{N_{\text{дв}}}{\Pi}.$$

Зміст звіту про виконання практичної роботи 2

1. Номер та назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Основні текстові теоретичні відомості (с. 20-21).
4. Розрахунок основних технологічних і конструктивних параметрів, потужність приводного двигуна машини для відламування та питомої енергоємності процесу підрізання стрічки та відламування листа скла за п.п. 1-19 із текстовими поясненнями.

Практична робота 3
ПІДБІР ФОРМУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ
ВИРОБНИЦТВА ЛИСТОВОГО СКЛА
СПОСОБОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВИТЯГУВАННЯ

Мета роботи: Вивчити робочий процес ланцюгів обладнання технологічного комплексу виробництва листового скла способом горизонтального витягування та розрахувати основні технологічні і конструктивні параметри, потужність приводного двигуна формувальної машини та питому енергоємність процесу горизонтального витягування листового скла.

Основні теоретичні відомості

У цеху формування технологічного комплексу виробництва листового скла способом горизонтального витягування (рис. 3.1) реалізується процес горизонтального витягування скла (рис. 3.2) і застосовуються машини горизонтального витягування (рис. 3.3 та 3.4).

На висоті 600...650 мм стрічка скла, що формується, перебуваючи ще у пластичному стані, під дією валка, що перегинає, змінює напрям руху з вертикального на горизонтальний і потім за допомогою пристрою витягування направляється у лер. Через малу висоту підйому стрічка піддається меншим, ніж при вертикальному витягуванні, зусиллям по товщині і ширині та меншому тиску валиків витягування. Це дозволяє підвищити швидкість витягування до 250 м/год. та товщину листів скла до 2...20 мм. Ширина стрічки досягає 3650 мм.

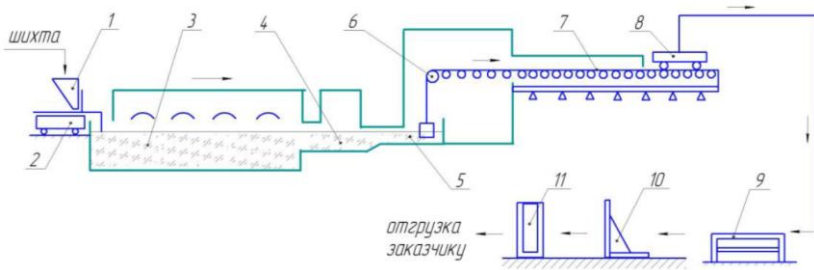


Рис. 3.1. Схема технологічного комплексу виробництва листового скла способом горизонтального витягування:

- 1 – бункер для шихти, 2 – завантажувач шихти,
- 3 – ванна піч для варіння скла, 4 – виробітчний канал,
- 5 – підмашинна камера, 6 – машина горизонтального витягування скла,
- 7 – лер для відпалювання скла, 8 – вакуум-присмоктувальні пристрої для відламування та транспортування листів скла,
- 9 – стіл різання скла, 10 – піраміда групування скла,
- 11 – обладнання пакування скла.

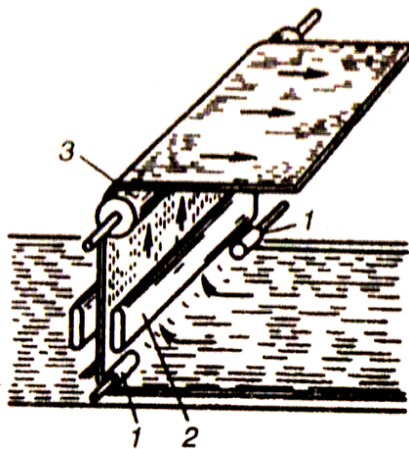


Рис. 3.2. Схема процесу горизонтального витягування скла:

- 1 – ролики, що розтягують; 2 – холодильник; 3 – валок, що перегинає.

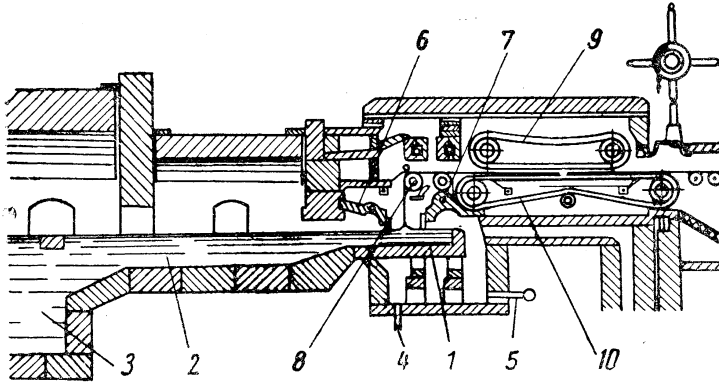


Рис. 3.3. Машина горизонтально витягування скла:
 1 – виробітчний басейн, 2 – проміжна камера печі, 3 – ванна піч,
 4 – пальники, 5 – канал видалення продуктів згоряння,
 6 та 7 – екрануючі фігурні керамічні елементи,
 8 – валок, що перегинає; 9 та 10 – витягаючі пристрої.

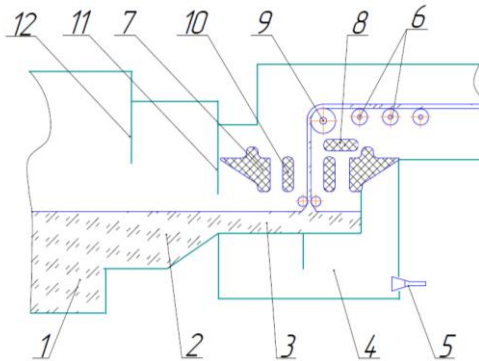


Рис. 3.4. Схема підмашинної камери
 для горизонтального витягування скла:
 1 – басейн; 2 – проміжна камера; 3 – виробітчна камера;
 4 – опалювальна камера; 5 – пальники;
 6 – транспортуючі ролики; 7 – фасонні елементи;
 8 – горизонтальний холодильник; 9 – валок, що перегинає;
 10 – водяні холодильники; 11 – арка; 12 – підвісний міст.

Порядок виконання роботи

1. Вибрати за варіантом з табл. 3.1 вихідні дані роботи: товщину скла δ , ширину стрічки скла, що витягується, B та швидкість витягування стрічки скла v .

Таблиця 3.1
Варіанти вихідних даних до виконання роботи 3

Варіант	δ , м	B , м	v , м/год.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	0,002	2,7	250
2	0,002	2,74	242
3	0,0025	2,78	234
4	0,0025	2,82	226
5	0,003	2,85	218
6	0,003	2,88	210
7	0,0035	2,91	202
8	0,0034	2,94	194
9	0,004	2,97	186
10	0,004	3	178
11	0,0045	3,03	170
12	0,0045	3,06	162
13	0,005	3,09	154
14	0,005	3,12	146
15	0,0055	3,15	138
16	0,0055	3,18	130
17	0,006	3,21	122
18	0,006	3,24	114
19	0,007	3,27	106
20	0,007	3,3	98
21	0,0075	3,33	90
22	0,008	3,36	82
23	0,0085	3,39	74
24	0,009	3,42	66

Продовження таблиці 3.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
25	0,095	3,45	58
26	0,01	3,48	50
27	0,0105	3,51	42
28	0,011	3,54	34
29	0,0115	3,57	27
30	0,012	3,6	20

2. Визначити продуктивність машини горизонтального витягування скла Π , м²/год.:

$$\Pi = k_1 \cdot k_2 \cdot v \cdot B,$$

де $k_1=0,92-0,95$ – коефіцієнт використання машини із урахуванням простоїв та бою скла; $k_2=0,98-0,99$ – коефіцієнт, що враховує пробуксовку транспортуючих валиків.

3. Визначити зусилля, необхідне для витягування стрічки скла із поверхні скломаси P , Н:

$$P = B \cdot \delta \cdot p,$$

де $p=2 \cdot 10^5$ Па – необхідне напруження при витягуванні стрічки зі скломаси.

4. Визначити силу тяжіння стрічки скла, що витягується $G_{св}$, Н:

$$G_{св} = B \cdot \delta \cdot h \cdot \rho \cdot g,$$

де $h=0,7$ м – відстань від поверхні скломаси до зони перегину стрічки; $\rho=2500$ кг/м³ – густина скла; $g=9,81$ м/с² – прискорення сили тяжіння.

5. Визначити силу тяжіння стрічки скла на ділянці транспортування $G_{см}$, Н:

$$G_{см} = B \cdot \delta \cdot l \cdot \rho \cdot g,$$

де $l=2,6$ м – довжина стрічки скла у зоні підтримуючого та транспортуючих валиків.

6. Визначити необхідне тягове зусилля у зоні перегину стрічки скла T_n , Н:

$$T_n = P + G_{ce} + (P + G_{cm} + G_{en}) \cdot \frac{\mu_n \cdot d_n}{D_n},$$

де $G_{en}=1250$ Н – сила тяжіння валика, що перегинає; $\mu_n=0,004$ – приведений коефіцієнт тертя у підшипниках кочення; $d_n=0,13$ м – діаметр цапфи валика, що перегинає; $D_n=0,17$ м – діаметр валика, що перегинає.

7. Визначити тягове зусилля, необхідне для транспортування стрічки скла у зоні машини T_m , Н:

$$T_m = G_{cm} \cdot \left(\frac{\mu_n \cdot d_m}{D_m} + \frac{2 \cdot \mu}{D_m} \right) + G_{em} \cdot \frac{\mu_n \cdot d_m}{D_m},$$

де $d_m=0,07$ м – діаметр цапфи транспортуючого валика; $D_m=0,16$ м – діаметр транспортуючого валика; $\mu=0,005$ м – коефіцієнт тертя кочення скла по валикам; $G_{em}=9450$ Н – сила тяжіння підтримуючого та восьми транспортуючих валиків.

8. Визначити сумарне тягове зусилля машини T_M , Н:

$$T_M = T_n + T_m.$$

9. Визначити коефіцієнт корисної дії передачі із урахуванням втрат на привод роликів, що формують борта η_M :

$$\eta_M = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4,$$

де $\eta_1=0,96$ – коефіцієнт корисної дії зубчастої передачі; $\eta_2=0,6$ – коефіцієнт корисної дії черв'ячного редуктора; $\eta_3=0,9$ – коефіцієнт корисної дії гвинтової передачі; $\eta_4=0,9$ – коефіцієнт, що враховує втрата ту потужності на привод роликів, що формують борта.

10. Визначити необхідну потужність електродвигуна приводу машини, що втрачається на витягування стрічки скла із поверхні скломаси, піднімання стрічки до зони її перегинання, транспортування стрічки у зоні машини та роботу роликів, що формують борта N_M , Вт:

$$N_M = \frac{T_M \cdot v}{3600 \cdot \eta_M}.$$

11. Визначити силу тяжіння стрічки скла, що транспортується у зоні печі випалювання G_c , Н:

$$G_c = 9000 \cdot \frac{\delta}{0,002}.$$

12. Визначити необхідне тягове зусилля для транспортування стрічки скла у зоні печі випалювання $T_{не}$, Н:

$$T_{не} = k \cdot \left[G_c \cdot \left(\frac{\mu_n \cdot d_{не}}{D_{не}} + \frac{2 \cdot \mu}{D_{не}} \right) + G_p \cdot \frac{\mu_n \cdot d_{не}}{D_{не}} \right],$$

де $k=1,3$ – коефіцієнт, що враховує втрати на буксування; $d_{не}=0,12$ м – діаметр цапфи ролика; $D_{не}=0,2$ м – діаметр ролика; $G_p=130000$ Н – сила тяжіння всіх роликів.

13. Визначити необхідну потужність електродвигуна приводу роликів печі випалювання $N_{не}$, Вт:

$$N_{не} = \frac{T_{не} \cdot v_{не}}{3600 \cdot \eta_{не}},$$

де $v_{не}=260$ м/год. – колова швидкість транспортуючих роликів; $\eta_{не}=0,425$ – коефіцієнт корисної дії приводу роликів.

14. Визначити сумарну потужність електродвигунів приводу машини горизонтального витягування скла та роликів печі випалювання $N_{дв}$, Вт:

$$N_{дв} = N_m + N_{не}.$$

15. Визначити питому енергоємність процесу горизонтального витягування листового скла E , (кВт·год.)/м²:

$$E = \frac{N_{дв}}{\Pi}.$$

Зміст звіту про виконання практичної роботи 3

1. Номер та назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Основні текстові теоретичні відомості (с. 28).
4. Розрахунок основних технологічних і конструктивних параметрів, потужності приводного двигуна формувальної машини та питомої енергоємності процесу горизонтального витягування листового скла за п.п. 1-15 із текстовими поясненнями.

Практична робота 4

ПІДБІР ФОРМУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ВИРОБНИЦТВА ЛИСТОВОГО СКЛА СПОСОБОМ ПРОКАТУВАННЯ

Мета роботи: Вивчити робочий процес ланцюгів обладнання технологічного комплексу виробництва листового скла способом прокатування та розрахувати основні технологічні і конструктивні параметри, потужність приводного двигуна формувальної машини та питому енергоємність процесу прокатування листового скла.

Основні теоретичні відомості

У цеху формування технологічного комплексу **виробництва листового скла способом прокатування** (рис. 4.1) реалізується **процес прокатування скла** (рис. 4.2) і застосовуються **прокатні машини** (рис. 4.3-4.5).

Прокатування застосовується для формування **гладкого листового скла**, **армованого скла** (рис. 4.6) та **профільного скла** (склопрофіліту) (рис. 4.7 та 4.8) **швелерного** (рис. 4.9 та 4.10) та **коробчастого** (рис. 4.11 та 4.12) типу. Товщина прокату становить 3...30 мм. Швидкість прокатування гладкого скла – до 250 м/год., армованого скла – до 180 м/год., профільного швелерного типу – до 160 м/год., профільного коробчастого – 110...120 м/год.

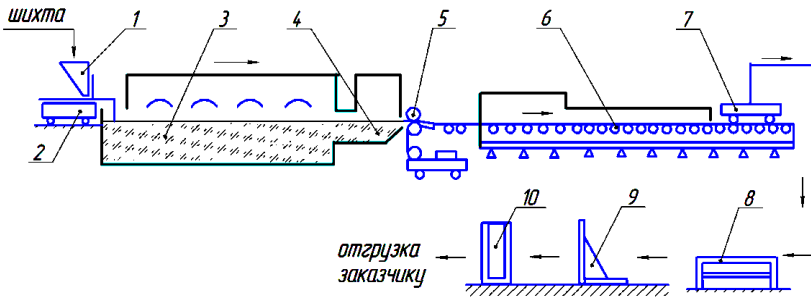


Рис. 4.1. Схема технологічного комплексу виробництва листового скла способом прокатування:

- 1 – бункер для шихти, 2 – завантажувач шихти,
- 3 – ванна піч для варіння скла, 4 – виробітчний канал,
- 5 – машина для прокатування, 6 – лер для відпалювання скла,
- 7 – вакуум-присмоктувальний пристрій для відламування та транспортування листів скла, 8 – стіл різання скла,
- 9 – піраміди групування скла, 10 – обладнання пакування скла.

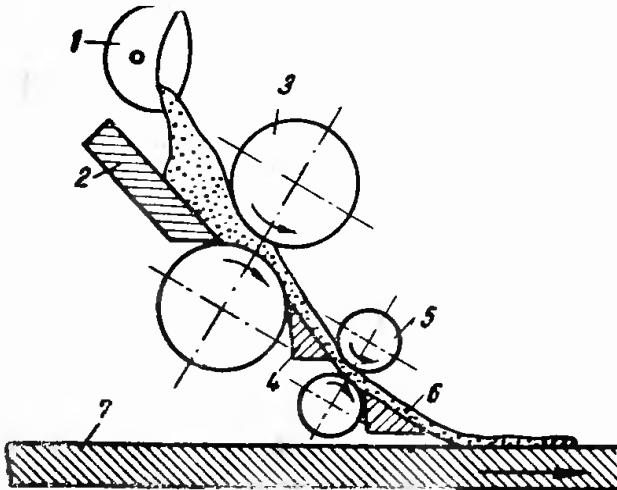


Рис. 4.2. Схема процесу прокатування скла:

- 1 – живильник скломаси ролики, 2 – розливна плита,
- 3 – попередні вальці, 4 – похила площина,
- 5 – остаточні (гладильні) вальці, 6 – похила площина,
- 7 – приймальний стіл.

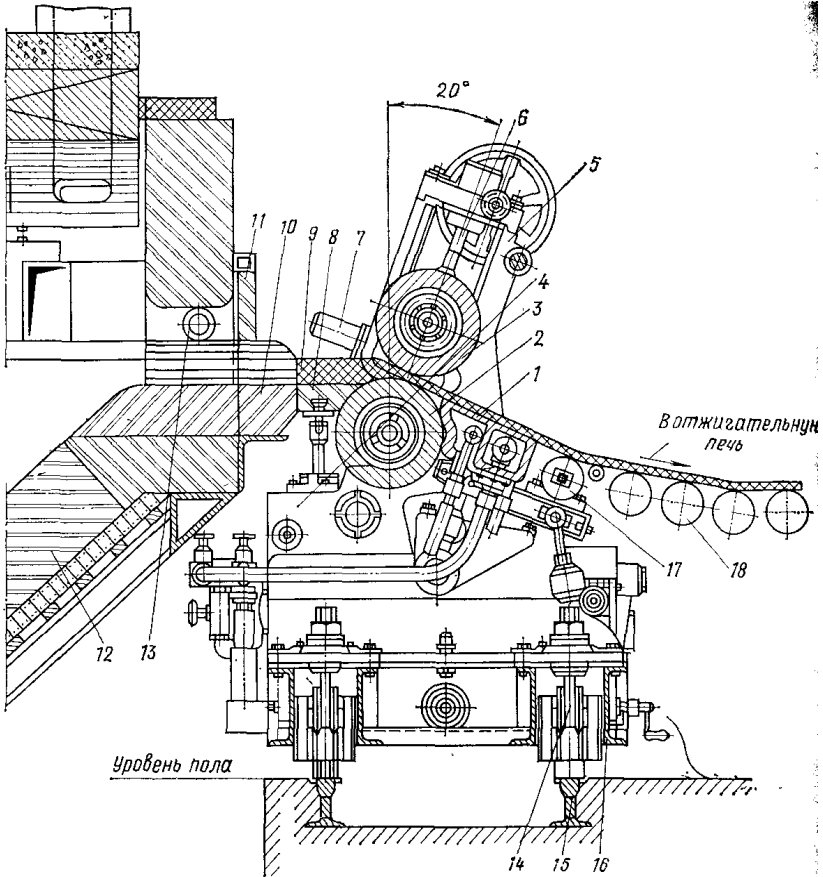


Рис. 4.3. Загальний вигляд прокатної машини:

- 1 – приймальна чавунна плита, 2 та 3 – прокатні валки, 4 – станина,
 5 – стояк, 6 – регулювальний гвинт, 7 – регулювальний пристрій,
 8 – зливна лінійка, 9 – скломага, 10 – зливний брус,
 11 – піднімальний шибер, 12 – похила торцева стінка басейну,
 13 – пальник, 14 – гвинти, 15 – рейки, 16 – візок,
 17 – азбестовий валик, 18 – приймальні валики.

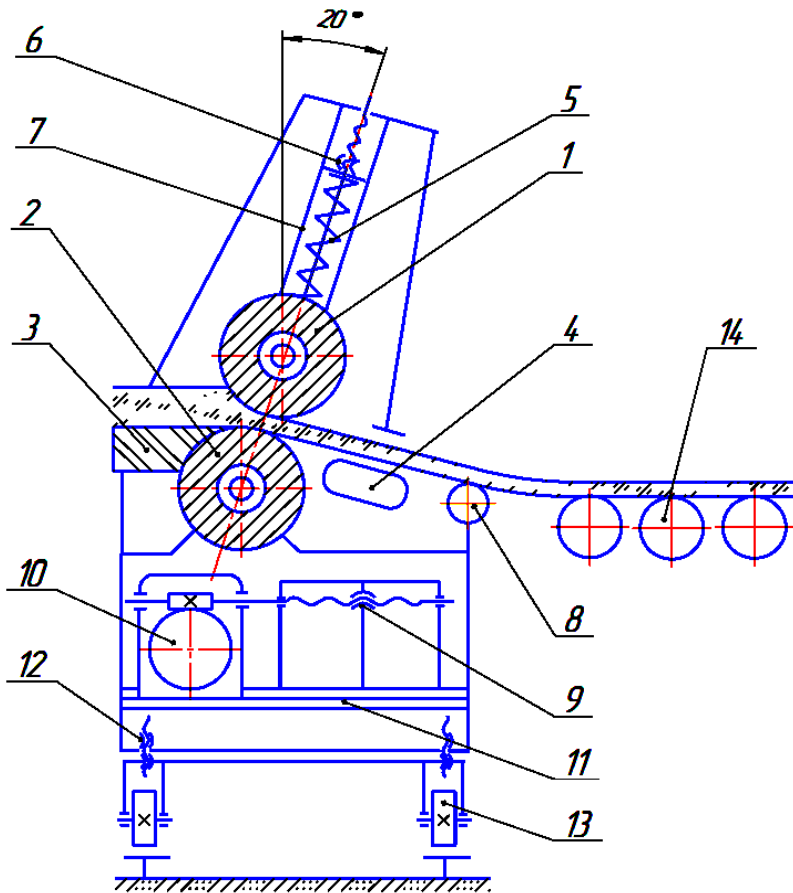


Рис. 4.4. Схема прокатної машини:

- 1 та 2 – порожнисті прокатні валки, 3 – приймальний лоток,
 4 – приймальна плита-холодильник, 5 – пружина,
 6 та 9 – вузол гвинт-гайка, 7 – стояк, 8 – азбестовий валок,
 10 – черв'ячний редуктор, 11 – напрямні, 12 – регулювальні гвинти,
 13 – рейкові колеса, 14 – приймальні ролики.

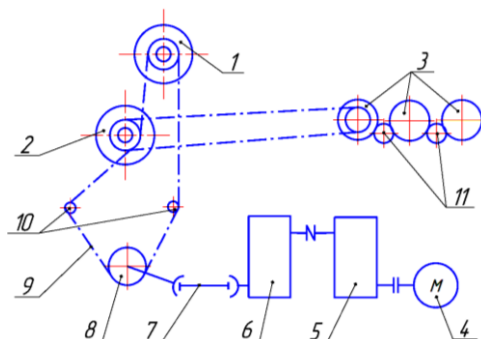


Рис. 4.5. Кінематична схема приводу прокатної машини:
 1 та 2 – прокатні валки, 3 – азбестові ролики, 4 – приводний електродвигун, 5 – черв'ячний редуктор, 6 – ланцюговий редуктор, 7 – карданний вал, 8 – привідна зірочка, 9 – ланцюгова передача, 10 – натяжні зірочки, 11 – циліндрична зубчаста передача.

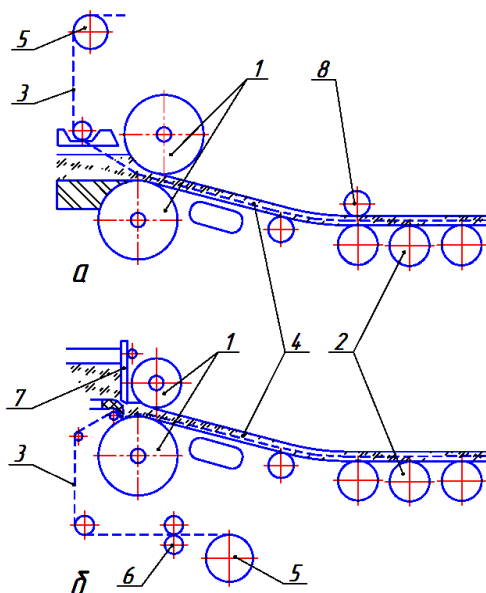


Рис. 4.6. Схема подавання сітки згори (а) та знизу (б) при прокатуванні армованого скла: 1 – прокатні валки, 2 – азбестові валики, 3 – металева сітка, 4 – стрічка скла, 5 – рулон сітки, 6 – валки вирівнювання сітки, 7 – шамотний шибер, 8 – валок.

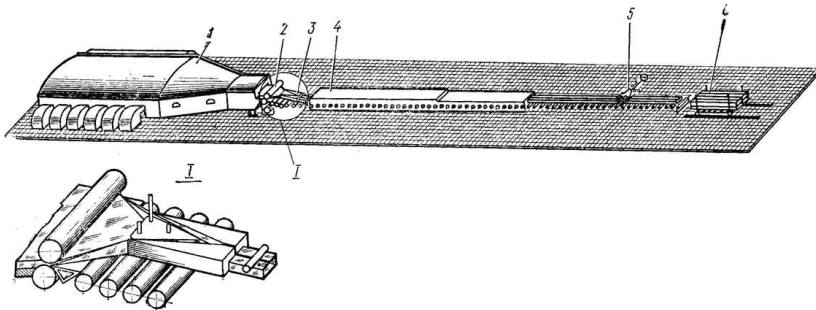


Рис. 4.7. Схема технологічного комплексу прокатування профільного скла (склопрофіліту):
 1 – ванна піч, 2 – прокатна машина,
 3 – пристрій для формування профільного скла,
 4 – піч відпалювання скла, 5 – пристрій відрізання профільного скла,
 6 – транспортний візок.

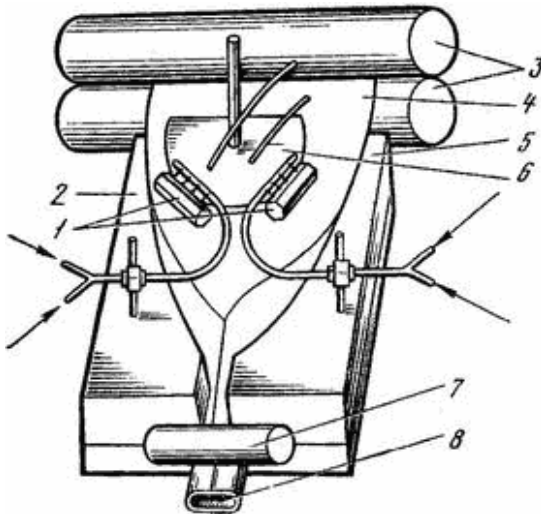


Рис. 4.8. Наочне зображення пристрою для формування профільного скла (склопрофіліту) прокатуванням: 1 – пальники, 2 – права напівформа, 3 – валки прокатної машини, 4 – стрічка скла, 5 – ліва напівформа, 6 – формувальний вкладиш, 7 – калібрувальний валик, 8 – профільне скло.

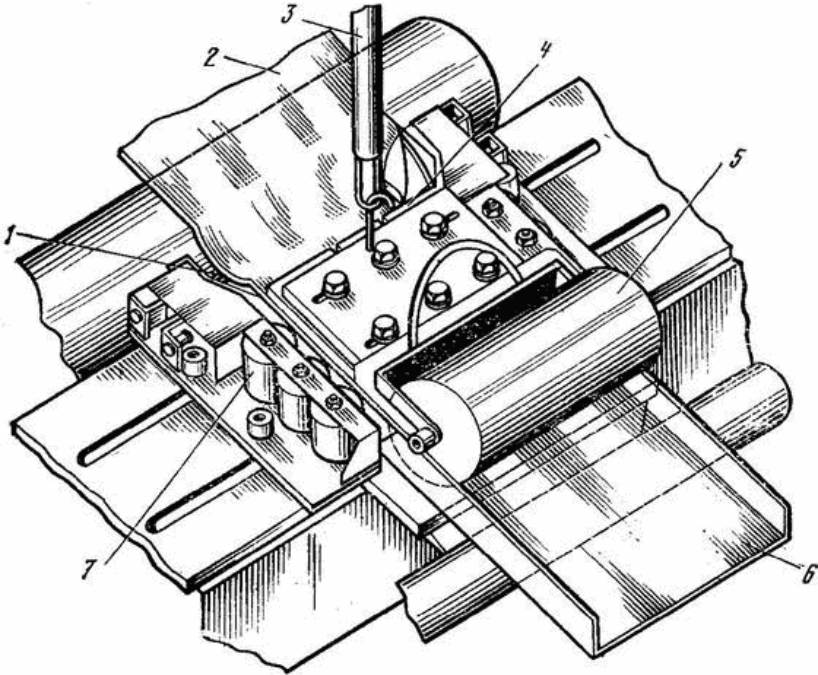


Рис. 4.9. Наочне зображення пристрою для формування профільного скла швелерного типу: 1 – напівформа, 2 – стрічка скла, 3 – збірник нейтральних газів, 4 – графітовий вкладиш, 5 та 7 – ролики, 6 – профільне скло.

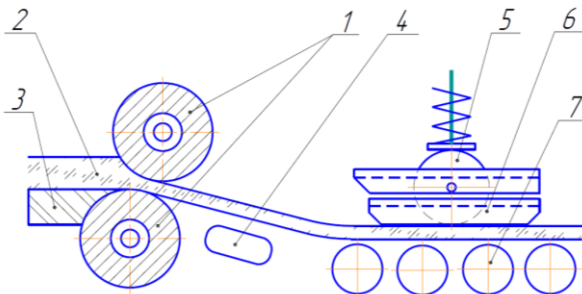


Рис. 4.10. Схема формування профільного скла швелерного типу: 1 – прокатні валки, 2 – скломаса, 3 – приймальний лоток, 4 – холодильник, 5 – притискний валок, 6 – пристрій для відгинання краю стрічки скла, 7 – ролики .

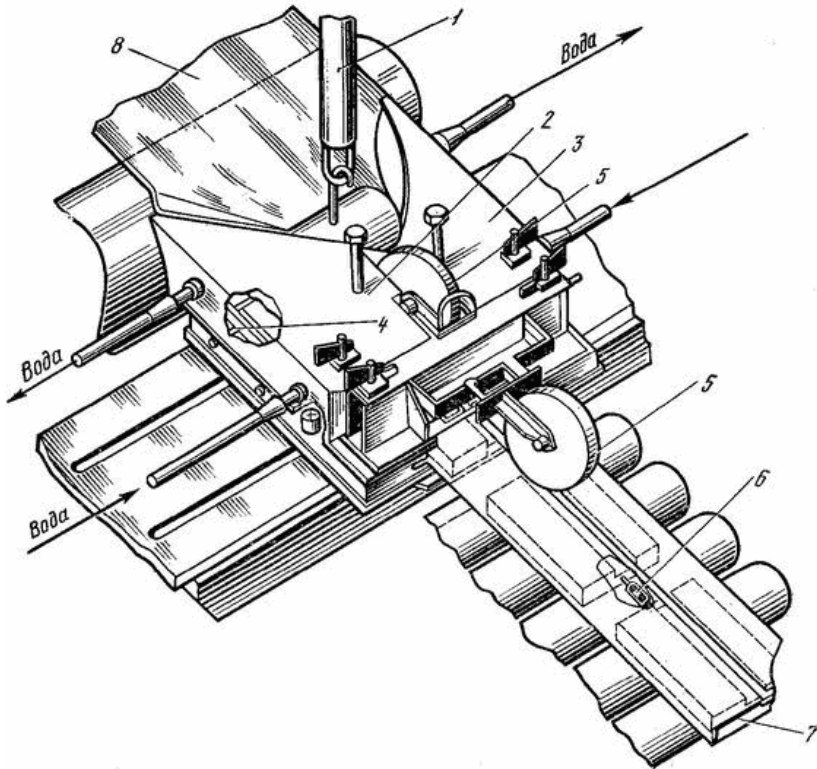


Рис. 4.11. Наочне зображення пристрою для формування профільного скла коробчастого типу: 1 – колектор газу, 2 та 3 – напівформи, 4 – графітовий вкладиш, 5 – притискний ролик, 6 – внутрішній графітовий вкладиш, 7 – профільне скло, 8 – стрічка скла.

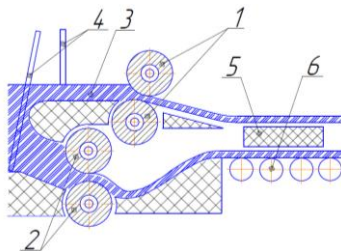


Рис. 4.12. Схема формування профільного скла коробчастого типу: 1 та 2 – прокатні валки, 3 – скломаса, 4 – шибери, 5 – формуючий пристрій, 6 – ролики .

Порядок виконання роботи

1. Вибрати за варіантом з табл. 4.1 вихідні дані роботи: товщину скла δ , ширину стрічки скла, що прокатується, B , довжину листа, що відрізається від стрічки, l , діаметр прокатного валка D та швидкість прокатування стрічки v .

Таблиця 4.1
Варіанти вихідних даних до виконання роботи 4

Варіант	δ , м	B , м	l , м	D , м	v , м/год.
1	2	3	4	5	6
1	0,003	2,7	1,5	0,15	250
2	0,0035	2,73	1,52	0,157	242
3	0,004	2,76	1,54	0,164	234
4	0,0045	2,79	1,56	0,171	226
5	0,005	2,82	1,58	0,178	218
6	0,006	2,85	1,6	0,185	210
7	0,007	2,88	1,62	0,192	203
8	0,008	2,91	1,64	0,197	196
9	0,009	2,94	1,66	0,204	188
10	0,01	2,97	1,68	0,212	176
11	0,011	3	1,7	0,22	164
12	0,012	3,03	1,72	0,228	157
13	0,013	3,06	1,74	0,236	150
14	0,014	3,09	1,76	0,244	143
15	0,015	3,12	1,78	0,252	136
16	0,016	3,15	1,8	0,26	129
17	0,017	3,18	1,82	0,268	122
18	0,018	3,21	1,84	0,276	115
19	0,019	3,24	1,86	0,282	108
20	0,02	3,27	1,88	0,29	101
21	0,021	3,3	1,9	0,298	94
22	0,022	3,33	1,92	0,306	87
23	0,023	3,36	1,94	0,314	80

Продовження таблиці 4.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
24	0,024	3,39	1,96	0,322	72
25	0,025	3,42	1,98	0,33	65
26	0,026	3,45	2	0,338	58
27	0,027	3,48	2,2	0,346	51
28	0,028	3,52	2,5	0,354	44
29	0,029	3,56	2,8	0,362	37
30	0,03	3,6	2,1	0,37	30

2. Визначити продуктивність машини прокатування скла Π , м²/год.:

$$\Pi = k_1 \cdot k_2 \cdot v \cdot B,$$

де $k_1=0,92-0,95$ – коефіцієнт використання машини із урахуванням простоїв та бою скла; $k_2=0,98-0,99$ – коефіцієнт, що враховує пробуксовку азбестових валиків.

3. Визначити крутячий момент для подолання опору при прокатуванні скломаси M_{np} , Нм:

$$M_{np} = \frac{pB\delta D}{2},$$

де $p=8,5 \cdot 10^5$ Па – питомий опір прокатуванню.

4. Визначити радіус цапфи валка r_u , м:

$$r_u = \frac{D}{5}.$$

5. Визначити крутячий момент для подолання тертя у підшипниках прокатних валків M_{mn} , Нм:

$$M_{mn} = \frac{p \cdot B \cdot \delta}{f_{вс}} \cdot r_u \cdot f_n,$$

де $f_n=0,12$ – коефіцієнт тертя ковзання у підшипниках із урахуванням тертя в ущільненнях; $f_{вс}=0,3$ – коефіцієнт тертя між поверхнею валка і стрічкою.

6. Визначити силу тяжіння стрічки скла на ділянці рольного стола G_c , Н:

$$G_c = l \cdot B \cdot \delta \cdot \rho_{ск} \cdot g,$$

де $\rho_{ск}=2500 \text{ кг/м}^3$ – густина скла; $g=9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення сили тяжіння.

7. Визначити радіус роликів рольного стола r_{pp} , м:

$$r_{pp} = 0,2 \cdot D.$$

8. Визначити крутячий момент для транспортування стрічки скла на ділянці рольного стола $M_{мл}$, Нм:

$$M_{мл} = G_c \cdot r_{pp} \cdot f_{pc},$$

де $f_{pc}=0,3$ – коефіцієнт тертя між склом та азбестовими роликами.

9. Визначити радіус цапфи роликів рольного стола r_{cpp} , м:

$$r_{cpp} = 0,5 \cdot r_{pp}.$$

10. Визначити кількість роликів рольного стола n_p :

$$n_p = \frac{l}{2,2 \cdot r_{pp}}.$$

11. Визначити силу тяжіння роликів рольного стола G_p , Н:

$$G_p = \pi \cdot r_{pp}^2 \cdot (B + 0,2) \cdot \rho_{ст} \cdot g \cdot n_p,$$

де $\rho_{ст}=7800 \text{ кг/м}^3$ – густина сталі.

12. Визначити крутячий момент для подолання тертя у підшипниках роликів рольного стола M_{mp} , Нм:

$$M_{mp} = (G_c + G_p) \cdot r_{cpp} \cdot \mu,$$

де $\mu=0,004$ – приведений коефіцієнт тертя у підшипниках кочення роликів.

13. Визначити радіус транспортуючих роликів r_{mp} , м:

$$r_{mp} = 0,25 \cdot D.$$

14. Визначити крутячий момент для подолання тертя при пробуксовуванні стрічки на транспортуючих роликах M_{nc} , Нм:

$$M_{nc} = G_c \cdot r_{mp} \cdot f_{pc}.$$

15. Визначити сумарний крутячий момент для подолання опору в приводі машини $M_{сум}$, Нм:

$$M_{сум} = M_{np} + M_{mn} + M_{мл} + M_{mp} + M_{nc}.$$

16. Визначити кутову швидкість обертання прокатних валків ω , 1/с:

$$\omega = \frac{2 \cdot v}{3600 \cdot D}.$$

17. Визначити потужність, що необхідна для обертання валків N_e , Вт:

$$N_e = M_{\text{сум}} \cdot \omega.$$

18. Визначити загальний коефіцієнт корисної дії приводу машини η :

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4,$$

де $\eta_1=0,6$ – коефіцієнт корисної дії черв'ячного редуктора, $\eta_2=0,95$ – коефіцієнт корисної дії циліндричного зубчастого редуктора, $\eta_3=0,97$ – коефіцієнт корисної дії карданного вала, $\eta_4=0,87$ – коефіцієнт корисної дії ланцюгової передачі із урахуванням тертя у підшипниках зірочок.

19. Визначити необхідну потужність електродвигуна приводу машини $N_{\text{дв}}$, Вт:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_e}{\eta}.$$

20. Визначити питому енергоємність процесу прокатування листового скла E , (кВт·год.)/ м^2 :

$$E = \frac{N_{\text{дв}}}{\Pi}.$$

Зміст звіту про виконання практичної роботи 4

1. Номер та назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Основні текстові теоретичні відомості (с. 35).
4. Розрахунок основних технологічних і конструктивних параметрів, потужності приводного двигуна формувальної машини та питомої енергоємності процесу протягування листового скла за п.п. 1-20 із текстовими поясненнями.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Назаренко І. І., Туманська О. В. Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів: Підручник. К.: Вища шк., 2004. 590 с.
2. Сівко В. Й., Поляченко В. А. Обладнання підприємств промисловості будівельних матеріалів і виробів: Підручник. К.: ТОВ «АВЕГА», 2004. 280 с.
3. Павлушкин Н. М., Сентюрин Г. Г., Ходаковская Р. Я. Практикум по технологии стекла и ситалов. М.: Стройиздат, 1978. 512 с.
4. Технология стекла / Под общ. ред. И. И. Китайгородского. М.: Стройиздат, 1967. 564 с.
5. Химическая технология стекла и ситалов / Под ред. Н. М. Павлушкина. М.: Стройиздат, 1983. 432 с.