

Установа адукацыі
«БЕЛАРУСКІ ДЗЯРЖАЎНЫ
ТЭХНАЛАГІЧНЫ ЎНІВЕРСІТЭТ»

**МАШЫНЫ І АБСТАЛЯВАННЕ
ПРАДПРЫЕМСТВАЎ
БУДАЎНІЧЫХ МАТЭРЫЯЛАЎ**

У 2-х частках

**Ч. 2. Спецыяльныя машыны
і абсталяванне**

*У 2-х кнігах
Кніга 2*

Допушчана

*Міністэрствам адукацыі Рэспублікі Беларусь
у якасці вучэбнага дапаможніка для студэнтаў
устаноў вышэйшай адукацыі па спецыяльнасці
«Машыны і апараты хімічных вытворчасцей
і прадпрыемстваў будаўнічых матэрыялаў»*

Мінск 2021

УДК 691:621.7/.9(075.8)

ББК 38.3я73

М38

А ў т а р ы :

П. Я. Вайцяховіч, В. С. Францкевіч, П. С. Грэбянчук, Д. М. Бароўскі

Р э ц е н з е н т ы :

дырэктар навукова-даследчага

і праектна-вытворчага РУП «Інстытут НДІБМ»

В. І. Лабачэўскі;

кафедра «Будаўнічыя і дарожныя машыны» БНТУ

(загадчык кафедры доктар тэхнічных навук,

прафесар *А. У. Вавілаў*)

Усе правы на дадзенае выданне абаронены. Узнаўленне ўсёй кнігі або яе часткі не можа быць ажыццёўлена без дазволу ўстановы адукацыі «Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт»

Машыны і абсталяванне прадпрыемстваў будаўнічых матэрыялаў. У 2 ч. Ч. 2, кн. 2. Спецыяльныя машыны і абсталяванне : вучэб. дапам. для студэнтаў устаноў вышэйшай адукацыі па спецыяльнасці «Машыны і апараты хімічных вытворчасцей і прадпрыемстваў будаўнічых матэрыялаў» / П. Я. Вайцяховіч [і інш.]. – Мінск : БДТУ, 2021. – 182 с.

ISBN 978-985-530-870-7.

У другой кнізе другой часткі дапаможніка абсталяванне класіфікуецца па галіновай прыкмеце. Разглядаюцца машыны і агрэгаты для вытворчасці сілікатных і газасілікатных вырабаў, вырабаў з гіпсу, а таксама абсталяванне для вытворчасці шкла і керамікі. Апошні раздзел прысвечана спецыяльнаму гідрапрываду ў прамысловасці будматэрыялаў. Па кожнай тэме спачатку прыводзіцца спрошчаная тэхналагічная схема, а затым апісваецца тыповае і перспектыўнае абсталяванне.

Дапаможнік можа выкарыстоўвацца студэнтамі інжынерна-тэхнічных і хіміка-тэхналагічных спецыяльнасцей, якія звязаны з вытворчасцю будаўнічых матэрыялаў і сумежнымі галінамі.

УДК 691:621.7/.9(075.8)

ББК 38.3я73

ISBN 978-985-530-870-7 (Ч. 2)

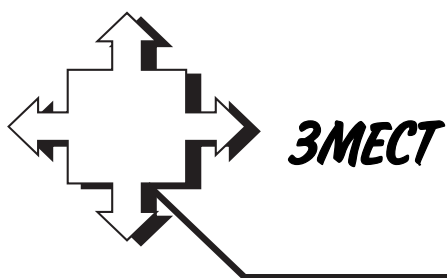
ISBN 978-985-530-626-0

© УА «Беларускі дзяржаўны

тэхналагічны ўніверсітэт», 2021

© Вайцяховіч П. Я., Францкевіч В. С.,

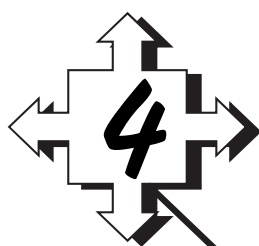
Грэбянчук П. С., Бароўскі Д. М., 2021



4. Абсталяванне для вытворчасці сілікатных вырабаў	6
4.1. Абсталяванне для вытворчасці сілікатнай цэглы	6
4.1.1. Тэхналагічныя комплексы для вытворчасці сілікатнай цэглы	6
4.1.2. Механічныя прэсы для фармавання сілікатнай цэглы.....	9
4.1.3. Разлік крывашыпна-рычажнага прэса з паваротным сталом.....	17
4.1.4. Аўтамат-укладнік сілікатнай цэглы	21
4.1.5. Гідраўлічныя прэсы для фармавання сілікатнай цэглы.....	23
4.2. Абсталяванне для вытворчасці газасілікатных вырабаў	27
4.2.1. Тэхналагічныя комплексы для вытворчасці газасілікатных вырабаў.....	27
4.2.2. Спецыяльныя змяшальныя агрэгаты ў вытворчасці газасілікатных вырабаў.....	30
4.2.3. Агрэгаты для разрэзкі масіву на асобныя вырабы.....	32
4.2.4. Разлік рэзальнай струны	42
4.2.5. Разлік магутнасці прываду рэзальнай машыны	45
4.3. Аўтаклаўная апрацоўка. Будова аўтаклаваў	48
5. Абсталяванне для вытворчасці вырабаў з гіпсу	51
5.1. Машыны для падрыхтоўкі гіпсавай масы	51
5.2. Агрэгаты для фармавання гіпсакардонных лістоў	53
5.3. Устаноўкі для фармавання пазагрэбневых пліт	55
6. Абсталяванне для вытворчасці шкла і шклавырабаў	58
6.1. Агляд тэхналогіі вытворчасці шкла.....	58
6.1.1. Падрыхтоўка шкляной шыхты.....	58
6.1.2. Варка шкла.....	62
6.1.3. Способы фармавання шклавырабаў	64

6.2. Абсталяванне для вытворчасці ліставога шкла	68
6.2.1. Машыны вертыкальнага выцягвання шкла	68
6.2.2. Гарызантальнае выцягвання шкла	76
6.2.3. Вытворчасць ліставога шкла спосабам пракату	78
6.2.4. Абсталяванне для вытворчасці арміраванага шкла і шклопрафіліту	83
6.2.5. Вытворчасць ліставога шкла флаат-спосабам	86
6.2.6. Абсталяванне для вытворчасці шматслойнага шкла трыплекс	90
6.2.7. Абсталяванне для загартоўкі ліставога шкла	94
6.3. Вытворчасць шкляных трубак	97
6.4. Вытворчасць адзінкавых шклавырабаў	102
6.4.1. Вытворчасць шклавырабаў спосабам прасавання	103
6.4.2. Вытворчасць шклавырабаў спосабам выдзімання	107
7. Абсталяванне для вытворчасці керамічных вырабаў	111
7.1. Фармаванне будаўнічай керамікі з пластычных мас	112
7.1.1. Стужкавыя прэсы	115
7.1.2. Прэс для фармавання керамічных труб	124
7.1.3. Разлік стужкавых прэсаў	126
7.1.4. Абсталяванне для рэзкі керамічнай цэглы і кладкі яе на сушыльныя і пячныя ваганеткі	128
7.2. Абсталяванне для вытворчасці керамічных вырабаў паўсухім спосабам	131
7.2.1. Канструкцыі механічных прэсаў	133
7.2.2. Канструкцыі і асновы разліку гідраўлічных прэсаў	136
7.3. Абсталяванне для ліцця санітарна-тэхнічных вырабаў	139
7.4. Вытворчасць порыстых керамічных запаўняльнікаў	141
8. Спецыяльны гідрапрывад	146
8.1. Агульная характарыстыка гідрапрываду	146
8.2. Сістэмы сінхранізацыі руху	148
8.2.1. Неабходнасць сінхранізацыі	148
8.2.2. Гідрамеханічная сінхранізацыя	148
8.2.3. Дросельная сінхранізацыя	150
8.2.4. Аб'ёмная сінхранізацыя	151
8.3. Назіральныя сістэмы	153

8.4. Аб'ёмны пнеўмапрывад.....	156
8.4.1. Фізічныя ўласцівасці паветра.....	156
8.4.2. Падрыхтоўка энерганосьбіту для пнеўмапрываду	158
8.4.3. Крыніцы энергіі і выканаўчыя органы пнеўмапрывадаў	159
8.4.4. Пнеўмаапаратура.....	160
8.5. Гідрадынамічныя перадачы.....	163
8.5.1. Гідрамуфты	164
8.5.2. Выбар гідрамуфты.....	167
8.5.3. Гідратрансфарматыры	168
8.6. Тыповыя схемы гідрапрываду механічнага абсталявання	170
8.6.1. Бяспомпавы гідрапрывад.....	170
8.6.2. Акумулятарны гідрапрывад	171
8.6.3. Магістральны гідрапрывад.....	172
8.6.4. Помпавы гідрапрывад.....	173
8.6.5. Назіральныя сістэмы ў механічным абсталяванні.....	175
Заклучэнне.....	177
Літатаратура	178



АБСТАЛЯВАННЕ ДЛЯ ВЫТВОРЧАСЦІ СІЛІКАТНЫХ ВЫРАБАЎ

Сваю назву гэтыя вырабы атрымалі ад асноўнага сыравіннага кампанента – пяску, які ўтрымлівае пераважна аксід крэмнію (SiO_2). Акрамя таго, у якасці вяжучага матэрыялу ў гэтых вырабах выкарыстоўваюцца вапна і на стадыі падрыхтоўкі сыравінных сумесей дабаўляецца вада. Сілікатная вытворчасць нашай краіны забяспечвае патрэбу будаўніцтва ў двух відах сценавых матэрыялаў. Гэта традыцыйная і даўно выпускаемая сілікатная цэгла і даволі новы від – газасілікатныя вырабы.

4.1. Абсталяванне для вытворчасці сілікатнай цэгля

4.1.1. Тэхналагічныя комплексы для вытворчасці сілікатнай цэгля

Сілікатная цэгла ўяўляе сабой штучны сценавы матэрыял, вырабляемы з сыравіннай сумесі метадам прасавання з наступным цвярдзеннем у атмасферы вадзяной пары.

Нашай прамысловасцю выпускаецца тры віды сілікатнай цэгля:

250×120×65 мм – адзінарная;

250×120×88 мм – модульная з дзвюма пустотамі;

250×120×138 мм – сілікатныя камяні з адзінаццаццю пустотамі.

Асноўным відам з'яўляецца модульная пустотная цэгла.

У асобных выпадках яна можа быць фарбаванай за кошт увядзення ў сыравінную сумесь адпаведнага пігменту.

Схема тэхналагічнай лініі для вытворчасці сілікатнай цэгля паказана на рыс. 4.1.

Сыравіннымі кампанентамі з'яўляюцца кварцавы пясок фракцыяй 0,14–5,00 мм і молатая нягашаная вапна. Доля вапны ў сумесі

складае 8–10%. Акрамя таго, у сумесь на стадыі яе памолу могуць уводзіцца дабаўкі: пластыфікатары (гліна, шлак) і фарбавальнікі (вохра, сурьк і г. д.). Актыўным хімічным кампанентам сыравіннай сумесі з’яўляецца вада. Яе выкарыстоўваюць на ўсіх стадыях вытворчасці: пры прыгатаванні сумесі, прасаванні, аўтаклаўнай апрацоўцы сфармаванай цэглы. Агульная колькасць вады, якая траціцца на 1000 цаглін, складае $0,75 \text{ м}^3$.

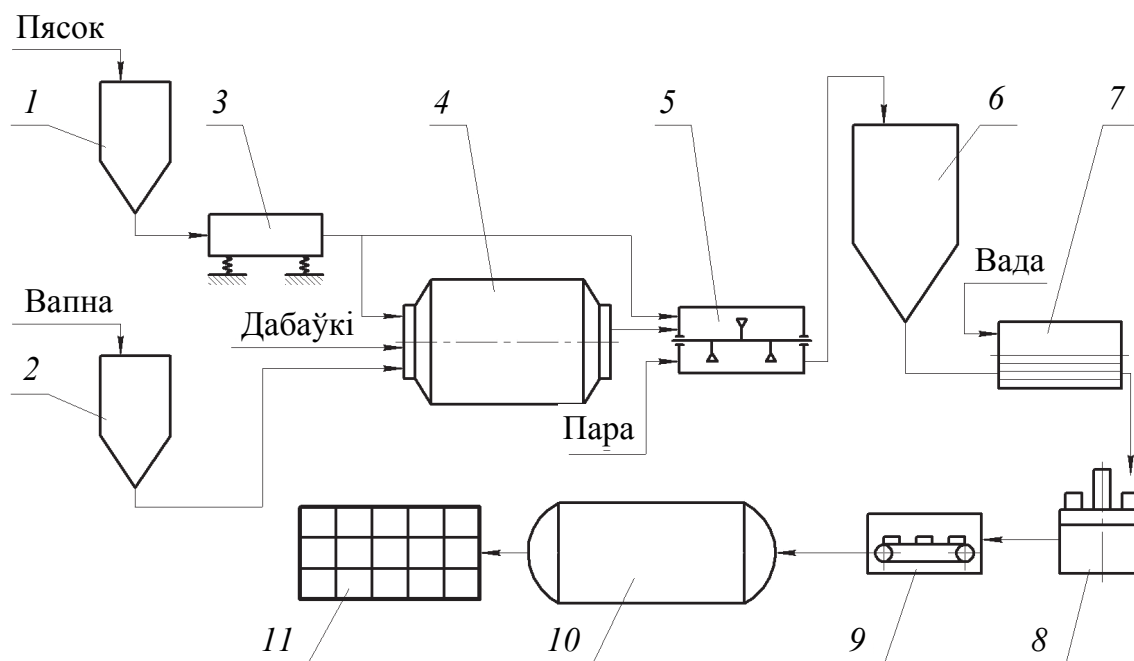


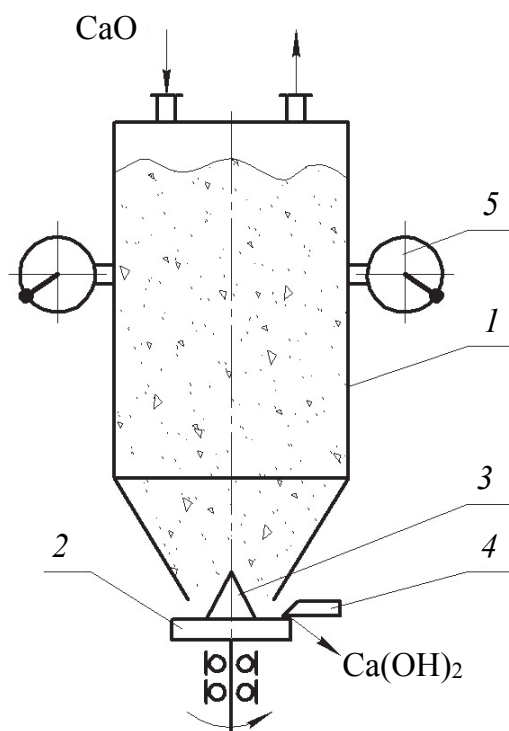
Рис. 4.1. Тэхналагічная схема вытворчасці сілікатнай цэглы

Асноўныя сыравінныя кампаненты загружаюцца ў бункер 1 – пясак і сілас 2 – вапна адпаведна (рыс. 4.1). На вібратыйным грохаче 3 праводзіцца адсеў буйной фракцыі пяску, камянёў, гліны. Абодва сыравінныя кампаненты разам з дабаўкамі падаюцца ў двухкамерны млын сухога памолу 4 размерам $2 \times 10 \text{ м}$, магутнасцю прываднага рухавіка 500 кВт. Практыка сумеснага памолу вапны з пяском у прысутнасці паверхнева-актыўных рэчываў паказала, што прадукцыйнасць млына пры гэтым значна павышаецца. Аднак адносныя энергазатраты ўсё роўна даволі вялікія, і пры дысперснасці, характарызуемай адноснай паверхняй 8000 см^2 , перавышаюць $60 \text{ кВт} \cdot \text{гадз/т}$.

Пасля млына сыравінная сумесь (вяжучае рэчыва) паступае ў двухвальны змяшальнік 5. Туды ж падаецца і вадзяная пара для павелічэння вільготнасці і тэмпературы сумесі. Падагрэў сумесі паскарае наступнае гашэнне вапны.

Яно адбываецца ў сіласах-рэактарах 6. Схема рэактара няспыннага дзеяння паказана на рыс. 4.2.

Сілас-рэактар – гэта ёмісты апарат у выглядзе корпуса 1, забяспечаны сістэмай няспыннай выгрузкі вяжучага з гашанай вапнай. Яна складаецца з вярчальнага дыска 2 з замацаваным на ім конусам-разрыхляльнікам 3, часта з дадатковымі лопасцямі, і нажа 4 для зрэзкі пласта сумесі.



Рыс. 4.2. Сілас-рэактар няспыннага дзеяння

Час знаходжання вяжучага рэчыва, за які адбываецца поўнае гашэнне вапны, доўжыцца каля адной гадзіны. Тэмпература ў сіласе-рэактары складае пры гэтым $50-70^{\circ}$. Для прадухілення магчымага завясання сумесі ў корпусе 1 прадугледжаны вібратары 5.

Пасля сіласа-рэактара 6 (рыс. 4.1) сумесь паступае на паўторнае перамешванне ў двухвальны змяшальнік 7. Акрамя перамешвання ў задачу гэтага змяшальніка ўваходзіць разбурэнне агламератаў, утвораных у сіласе. Таму на гэтай стадыі больш эфектыўным быў бы стрыжнёвы змяшальнік, а яшчэ лепш змяшальны дэзінтэгратар. Але з-за вялікага абразіўнага зносу яны не знайшлі шырокага выкарыстання. Дадаткова на ўказанай стадыі перамешвання за кошт падачы вады вільготнасць сумесі даводзіцца да патрабумай велічыні.

Сумесь з вільготнасцю 6–7% паступае на стадыю прасавання. Пры ўказанай вільготнасці прасаванне лічыцца паўсухім. Працэс прасавання, ці, лепш сказаць, фармавання, ажыццяўляецца на механічных або гідраўлічных прэсах 8. Будова і асобныя параметры прэсаў будуць разгледжаны ніжэй.

Сфармаваная цэгла аўтаматам-укладальнікам 9 укладваецца на спецыяльныя ваганеткі і падаецца ў аўтаклаў 10 на тэрмавільготную апрацоўку. У вытворчасці сілікатнай цэгля выкарыстоўваюцца пераважна прахадныя аўтаклавы размерам 2×17 м і 2×19 м. У аўтаклаў падаецца вадзяная пара і падтрымліваецца ціск 0,8–1,2 МПа. Тэмпература пры гэтым складае $170\text{--}200^\circ\text{C}$. Поўны цыкл тэрмавільготнай апрацоўкі доўжыцца 8–10 гадз. Зацвярдзелая ў аўтаклаве цэгла падаецца на склад 11 для ўпакоўкі.

4.1.2. Механічныя прэсы для фармавання сілікатнай цэгля

Любое прасаванне, у тым ліку і механічнае, заснавана на лінейным перамяшчэнні прасавальнага рабочага органа. Таму ў аснову механічных прэсаў пакладзены крывашыпныя і кулачковыя механізмы, якія пераўтвараюць вярчальны рух прываднага электрарухавіка ў зваротна-паступальны рабочага органа.

У залежнасці ад кампаноўкі ўказаных механізмаў механічныя прэсы падзяляюцца на дзве групы:

- крывашыпна-рычажныя (рэвальверныя) з паваротным сталом;
- прэсы са зваротна-паступальным (чаўночным) рухам стала.

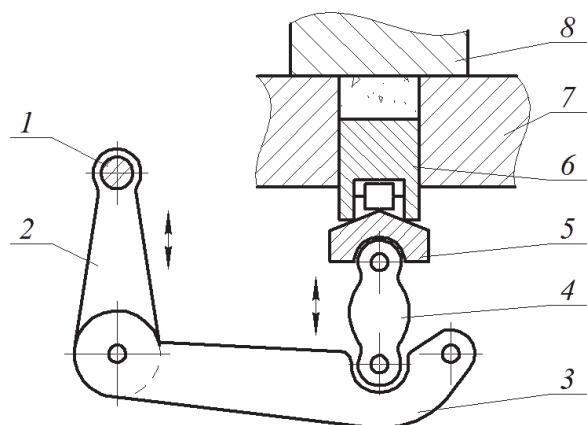
Да першай групы адносяцца шырока выкарыстоўваемыя да нядаўняга часу прэсы мадыфікацый СМ-816, СМС-152 і СМС-294 з практычна нязменнай кінематычнай схемай (рыс. 4.3).

Па сваёй сутнасці гэта чыста механічныя прэсы ніжняга прасавання, у якіх рэалізуецца аднабаковае і аднастадыйнае прасаванне з усімі яго перавагамі і недахопамі.

Вярчальны момант ад электрарухавіка 1 праз клінараменную перадачу 2 і рэдуктар 3 перадаецца на адкрытую зубчастую пару 4. Адна з яе шасцерняў размешчана на кансолі каленчатага вала 5. На другой кансолі замацаваны кулачок (капір) 6. Крывашып каленчатага вала 5 злучаны з рычагом 7 механізма прасавання, а кулачок 6 – з рычагом 8 механізму выштурхоўвання цэгля. Да шасцяльні 4 эксцэнтрычна замацавана цяга павароту стала 9. Другі яе канец злучаны з храпавым кальцом, размешчаным пад паваротным сталом 10. Спецыфічныя канструкцыя, а таксама

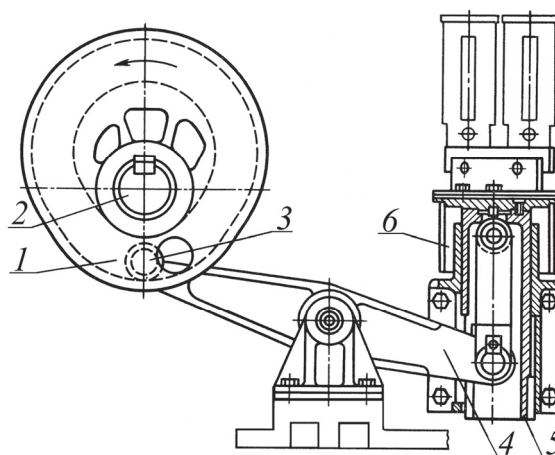
На скошаным участку капіра 4 штамп 2 пад уласнай вагой апускаецца ўніз з утварэннем над ім поласці (формы) для запаўнення сыравіннай сумессю. Пасля запаўнення форм стол паварочваецца на пазіцыю прасавання (рыс. 4.3). Сам механізм прасавання паказаны на рыс. 4.5.

Ён уключае насаджаны на каленчаты вал 1 шатун 2, злучаны з прасавальным рычагам 3. Апошні з дапамогай сяргі 4 далучаны да прасавальнага поршня 5. Поршань ўздзейнічае знізу на штамп 6, размешчаны ў поласцях стала 7. На пазіцыі прасавання зверху да стала прымыкае контрштамп 8. Гэта частка станіны прэса, паміж якой і штампам спрацоўваецца цэгла. Поршань 5 адначасова ўздзейнічае на два штамп 6 і прасуе дзве цагліны. Ціск прасавання – да 30 МПа, аднак у рабочым рэжыме звычайна не перавышае 20 МПа.



Рыс. 4.5. Механізм прасавання

Пасля прасавання штамп 2 з дапамогай пераноснай дошкі на колах перадаюцца на пазіцыю выштурхоўвання. Механізм выштурхоўвання – кулачковы з геаметрычным замыканнем (рыс. 4.6).

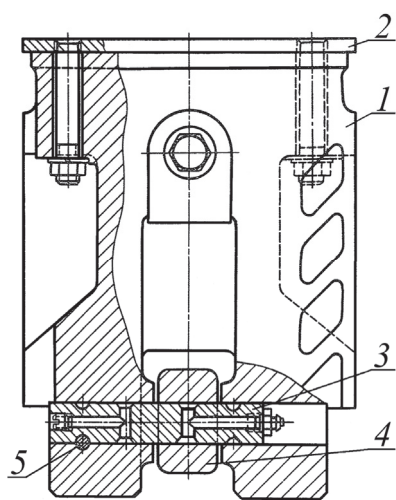


Рыс. 4.6. Механізм выштурхоўвання

Ён уключае капір (кулачок) 1, устаноўлены на каленчатым вале 2. Ролік 3 механізма, устаноўлены ў паз кулачка 1, забяспечвае геаметрычнае замыканне. Ролік размешчаны на адным канцы рычага 4, другі канец якога злучаны з поршнем 5. Поршань можа перамяшчацца ў накіравальным цыліндры 6. Кулачок пры вярчэнні націскае на адзін канец рычага, які пры апусканні падымае з дапамогай поршня два штамп з цэглай на ўзровень стала.

Дарэчы, тут трэба больш падрабязна спыніцца на канструкцыі самога штампа (рыс. 4.7).

Штамп уяўляе сабой літы корпус 1, забяспечаны з'ёмнай пласцінай 2 са зносаўстойлівага матэрыялу. Падобнымі пласцінамі футраваны і бакавыя сценкі формы. У ніжняй частцы на восях 3 размешчаны ролікі 4, з дапамогай якіх штамп перакочваецца на беговой дарожцы. Вось ад перамяшчэння зафіксавана штыфтам 5.



Рыс. 4.7. Штамп у зборы

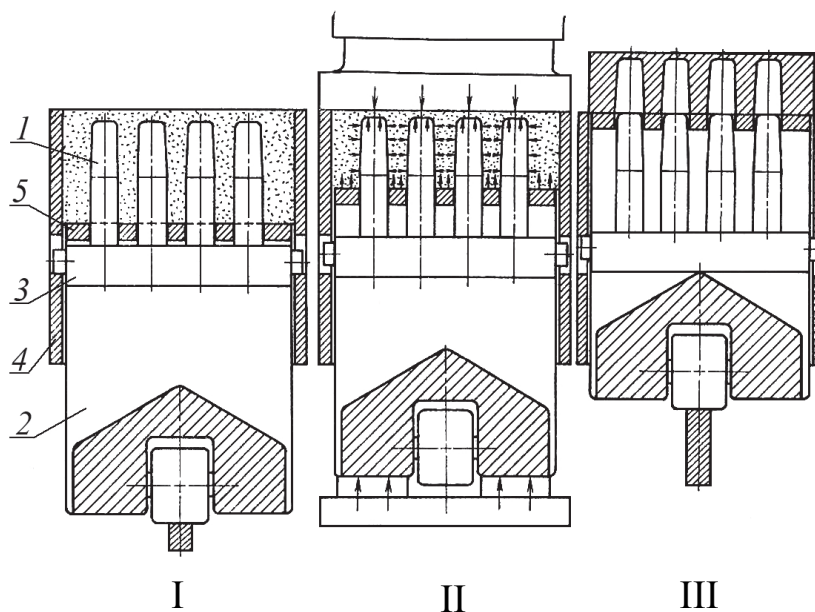
Больш складаную канструкцыю мае штамп для фармавання пустотнай цэгля. Папярэдне разгледзім прыныцып утварэння пустот у цэгле (рыс. 4.8).

Трэба зазначыць, што на айчынных прэсах выкарыстоўваюцца выключна пустотаўтваральнікі ніжняга дзеяння, калі пуансон 1 уманціраваны непасрэдна ў штамп 2. Прычым яны замацаваны на «плаваючай» траверсе 3, устаноўленай у проразі бакавых пласцін 4 формы. У зыходным становішчы перад засыпкой сумесі пуансоны 1, уведзеныя ў адтуліны верхняй пласціны 5 штампа 2, выступаюць над ім і знаходзяцца на 10–12 мм ніжэй за плоскасць стала. Траверса 3 пры гэтым абাপіраецца на ніжні край проразей пласцін 4. Далейшае перамяшчэнне асобных элементаў штампа паказана на рыс. 4.8.

Больш падрабязная канструкцыя штампа з пустотаўтваральнікамі дадзена на рыс. 4.9.

Корпус гэтага штампа 1, як і звычайнага (рыс. 4.7), забяспечаны ролікамі і ўстаноўлены на восі. Ён размешчаны ў прэс-форме 2. Паміж штампамі і формай знаходзіцца спецыяльны абмежавальнік ходу 3 траверсы 4. У верхняй пліце 5 і футровачнай пласціне 6

штампа *1* выкананы адтуліны, у якія ўстаноўлены пуансоны *7* пустотаўтваральніка. На бакавой паверхні замацаваны накіравальныя пласціны *8*.



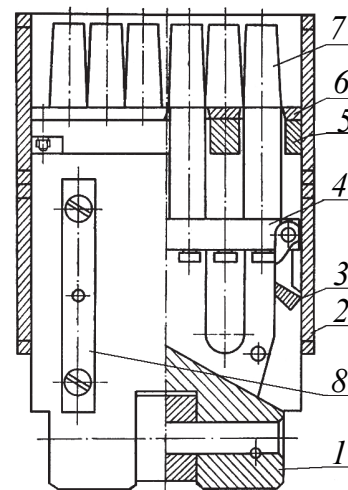
Рыс. 4.8. Схема работы пустотаўтваральнікаў:
I – заўпадненне фармы; II – прасаванне; III – выштурхоўванне

Пасля знаёмства з будовай штампаў вернемся да заключных аперацый у цыкле фармавання цэглы на прэсе з паваротным сталом, кінематычная схема якога паказана на рыс. 4.3.

Выштурхнутая над паверхняй стала *10* цэгла-сырэц здымаецца аўтаматам-укладчыкам і перакладваецца на аўтаклаўныя ваганеткі. Стол далей паварочваецца на пазіцыі ачысткі шчоткай *12* і апускання штампаў *11* для далейшага прыёму новай порцыі сумесі.

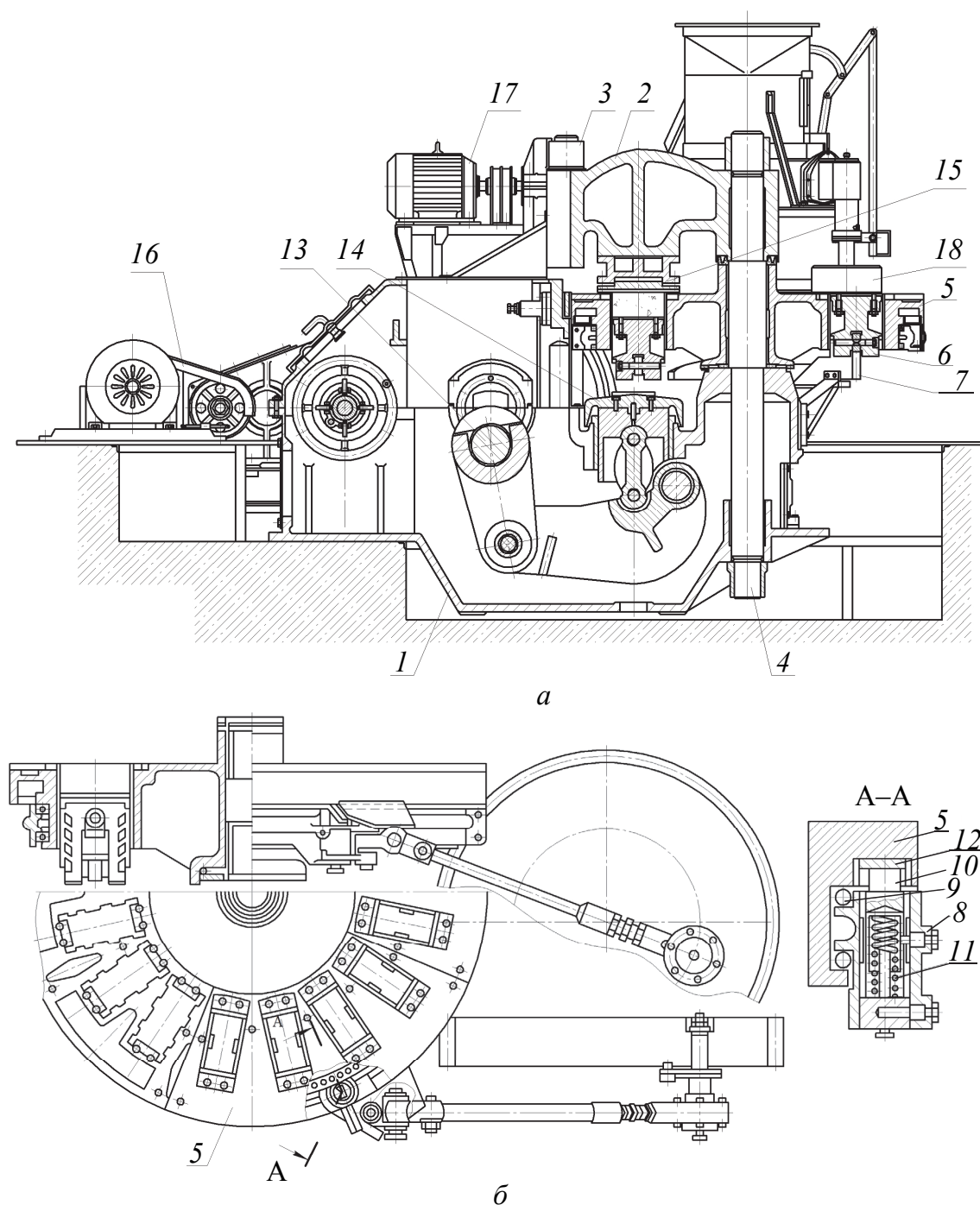
Агульны выгляд у разрэзе крывашыпна-рычажнага прэса з паваротным сталом паказаны на рыс. 4.10.

Аснову прэса складае літая станіна. Яе ніжняя частка *1* злучана з верхняй траверсай *2*, якая ўспрымае асноўнае намаганне прасавання, дзвюма сцяжнымі калонамі *3* і цэнтральнай калонай *4*.



Рыс. 4.9. Штамп з пустотаўтваральнікамі

Апошняя служыць воссю вярчэння стала 5. У стане радыяльна размешчана шаснаццаць форм з устаўленымі ў іх штампамі 6. Пад сталом 5 устаноўлена паўкальцо 7 са стальной паласы з утварэннем бегавой дарожкі, па якой перакочваюцца ролікі штамп-паў 6 пры павароце стала. Менавіта толькі на паказаным чарцяжы (рыс. 4.10, б) добра бачны вузел павароту стала.



Рыс. 4.10. Крывашыпна-рычажны прэс для фармавання сілікатнай цэглы:
а – агульны выгляд; б – вузел павароту стала

Стол 5 знізу ахоплены кальцом 8, злучаным шарнірна з цягай павароту. Кальцо 8 свабодна круціцца адносна стала на шарыках 9. У бабышцы кальца 8 устаноўлены палец 10, прыціскаемы спружынай 11. У кальцавой праточцы стала знізу замацавана восем сегментаў 12, кожны з якіх мае нахіленую і вертыкальную паверхні. Размешчаныя па ўсёй праточцы сегменты ўтвараюць своеасаблівае храпавае кола, а падспружынены палец выконвае функцыі «сабачкі». Пры перамяшчэнні па нахіленай паверхні ён слізгаціць па ёй, і стол застаецца ў статэчным стане. Змена напрамку руху кальца суправаджаецца зачэпленнем пальца за выступ сегмента і паваротам стала на $1/8$ абароту, або 45° . Часціня вярчэння стала прэса пры гэтым атрымліваецца $3,55 \text{ хвіл}^{-1}$.

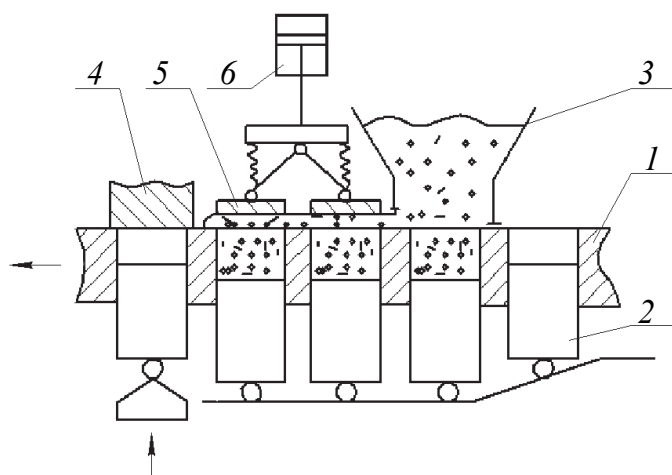
На агульным выглядзе прэса (рыс. 4.10, а) дакладна бачны механізм прасавання, разгледжаны вышэй (рыс. 4.5). Ён пачынаецца з каленчатага вала 13 і заканчваецца прасавальным поршнем 14. Тут жа бачна, што контрштамп 15 – гэта не проста станіна, а пласціна са зносаўстойлівага матэрыялу, замацаваная з дапамогай кліноў на ніжняй паверхні траверсы 2. На разрэзе таксама паказаны асноўны прывад 16, прывад прэс-мяшалкі 17 і вярчальная шчотка 18 з прывадам.

Абагульняючай характарыстыкай прэса з'яўляецца яго прадукцыйнасць, якая па модульнай цэгле складае 3070 шт./гадз.

Доўгатэрміновая эксплуатацыя разгледжанага вышэй прэса, аналіз яго канструкцыі паказалі, што асноўным недахопам гэтага агрэгата з'яўляецца нізкая якасць вырабаў, якая праяўляецца ў непрывабным знешнім выглядзе, нізкіх трываласных характарыстыках. Гэта абумоўлена некалькімі прычынамі. Па-першае, жаданне павялічыць прадукцыйнасць прывяло да таго, што час прасавання (непасрэднага ўздзеяння ціскам) складае ўсяго 0,2–0,3 с, што вельмі мала. Па-другое, у прэсе рэалізуецца самы неэфектыўны спосаб ушчыльнення сумесі – аднабаковы і аднастадыйны.

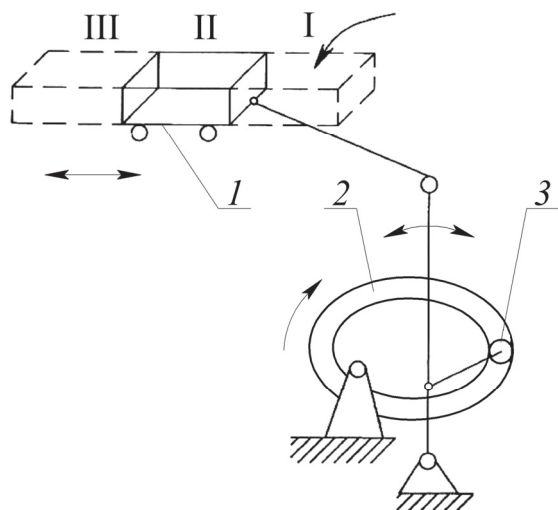
Гэтая другая праблема часткова вырашана пры ўстаноўцы падпрасоўшчыка паміж засыпным бункерам і пазіцыяй прасавання (рыс. 4.11).

На схеме паказаны фрагмент паваротнага стала 1 са штампамі 2 паміж бункерам 3 сумесі і контрштапам 4. Падпрасоўшчык уяўляе сабой дзве шарнірныя падспружыненыя пласціны 5. Ціск на пласціны 5 перадаецца ад пнеўмацыліндра 6. Ён складае ўсяго 0,5 МПа. Але гэтага дастаткова, каб папярэдне выдаціць асноўную частку паветра з прасуемай сумесі.



Рыс. 4.11. Схема падпрасоўшчыка

Першую праблему павелічэння часу прасавання пры адначасовым захаванні высокай прадукцыйнасці можна рашыць толькі за кошт большай колькасці адначасова прасуемых цаглін. У разгледжанага вышэй прэса гэта магчымасць абмежавана размерамі стала. А вось у механічным прэсе з яго чаўночным рухам пастаўленая задача рашаецца прасцей. Напрыклад, у мадыфікацыі такога аграгата РА-550 можна адначасова прасаваць чатырнаццаць адзінарных цаглін або пяць сілікатных камянёў з ціскам да 40 МПа.



Рыс. 4.12. Кінематычная схема механізму перамяшчэння стала прэса РА-550

Пры гэтым прадукцыйнасць складзе адпаведна 5250 шт/гадз і 1890 шт/гадз. Указаны механічны прэс мае тры асноўныя механізмы: прасавання, выштурхоўвання і перамяшчэння стала. Усе механізмы кулачковыя. Прычым іх кулачкі ўстаноўлены на адным прывадным вале. Як вядома, з дапамогай кулачковых механізмаў можна забяспечыць любы закон руху, нават з паўзамі, што і зроблена, у прыватнасці, у механізме перамяшчэння стала (рыс. 4.12).

Стол 1 са штампамі перамяшчаецца лінейна і паслядоўна паміж трыма тэхналагічнымі аперацыямі з дапамогай кулачка 2 і роліка 3 праз сістэму рычагоў.

У паўзах, якія забяспечаны формай кулачка, адбываецца засыпка сумесі, прасаванне і выштурхоўванне цэглы на паверхню стала.

4.1.3. Разлік крывашыпа-рычажнага прэса з паваротным сталом

Асноўным разліковым параметрам з'яўляецца магутнасць прываду прэса. Зыходныя даныя для яе вызначэння – гэта размеры, колькасць адначасова прасуемых цаглін і ціск прасавання. Усе названыя параметры сканцэнтраваны ў месцы руху прасавальнага поршня. З другога боку выхадным валам прасавальнага агрегата з'яўляецца каленчаты.

Для вызначэння магутнасці на вярчальным каленчатым вале выкарыстаем абагульнены падыход (частка 1 аднайменнага дапаможніка), калі пры такім руху магутнасць

$$N = M\omega = F_{\tau}r\omega, \quad (4.1)$$

дзе F_{τ} – тангенцыяльная сіла; r – радыус крывашыпа.

Відавочна, што для рэалізацыі абазначанага алгарытму разлікі трэба паслядоўна правесці па ўсіх звёнах крывашыпа-рычажнага механізма.

Разліковая схема для рэалізацыі пастаўленай задачы паказана на рыс. 4.13.

Сіла ціску, якая ствараецца пры прасаванні,

$$F_{\pi} = pSz, \quad (4.2)$$

дзе p – ціск прасавання; S – плошча цагліны; z – колькасць прасуемых цаглін.

Для рычага AB можна запісаць

$$F_A l = F_{\pi} l_1,$$

адкуль

$$F_A = \frac{F_{\pi} l_1}{l}. \quad (4.3)$$

Сіла, якая дзейнічае ўздоўж шатуна:

$$F_K = \frac{F_A}{\cos \alpha}, \quad (4.4)$$

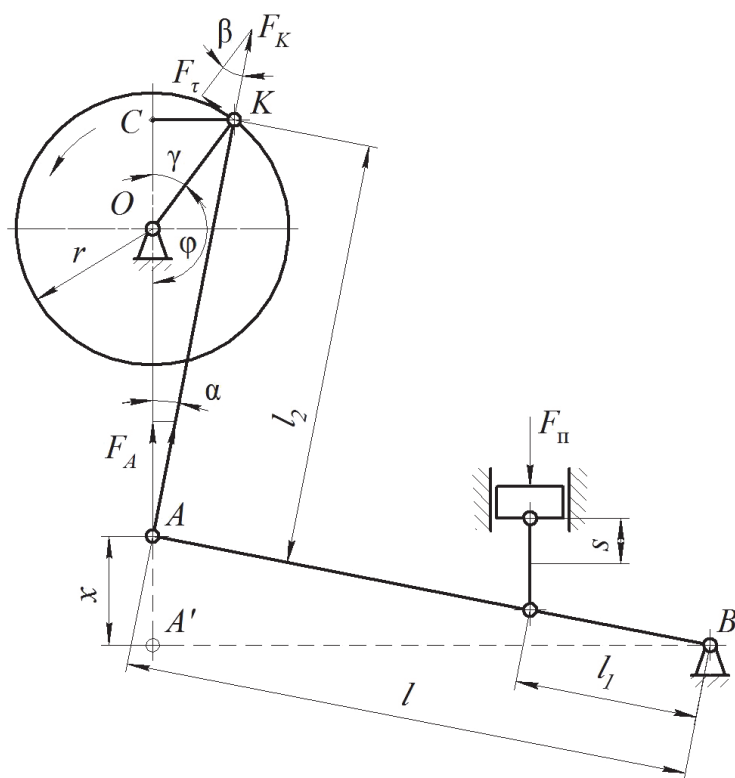
Тангенцыяльная сіла, перпендыкулярная радыусу крывашыпа:

$$F_{\tau} = F_K \sin \beta. \quad (4.5)$$

З трохвугольніка ΔAOK бачна, што вугал $\beta = \pi - (\alpha + \varphi)$,

$$F_{\tau} = F_K \sin[\pi - (\alpha + \varphi)] = F_K \sin(\alpha + \varphi). \quad (4.6)$$

У выніку атрымалі, што тангенцыяльная сіла F_{τ} залежыць ад двух вуглоў α і φ . Пазбавімся ад аднаго з іх, выразіўшы яго праз другі.



Рыс. 4.13. Разліковая схема крывашыпна-рычажнага прэса

З трохвугольніка ΔOCK

$$CK = r \sin \gamma = r \sin(\pi - \varphi) = r \sin \varphi. \quad (4.7)$$

З другога трохвугольніка ΔACK тая ж старана

$$CK = l_2 \sin \alpha. \quad (4.8)$$

Атрымаем

$$l_2 \sin \alpha = r \sin \varphi$$

ці

$$\sin \alpha = \frac{r \sin \varphi}{l_2}. \quad (4.9)$$

Аднак, вярнуўшыся назад па ўсім ланцужку разважанняў, мы заўважым, што тангенцыяльная сіла залежыць не толькі ад вугла павароту крывашыпа φ , але і ад ціску прасавання p , формула (4.2): $F_\tau = f(p; \varphi)$. Зноў трэба пазбавіцца ад адной лішняй пераменнай і нейкім чынам звязаць ціск з вуглом павароту.

Вядомым фактарам з'яўляецца тое, што пры абмежаванні прасавання стадыяй пругкай дэфармацыі ціск p звязаны з асадкай масы h эмпірычнай формулай

$$p = ae^{bh}, \quad (4.10)$$

дзе a і b – эмпірычныя каэфіцыенты.

Дарэчы, для сілікатнай масы вільготнасцю 8% іх можна прымаць $a = 0,02$ і $b = 1,4$. Паколькі формула эмпірычная, то важна, што адзінкі вымярэння асноўных параметраў пры гэтым наступныя: p , МПа; h , см.

Велічыня асадкі масы h эквівалентная ходу поршня s . Яго можна вызначыць з суадносін для рычага AB :

$$\frac{x}{l} = \frac{s}{l_1},$$

адкуль

$$s = \frac{xl_1}{l}. \quad (4.11)$$

Ход рычага x у пункце A можна вызначыць з дапамогай набліжанай формулы, атрыманай з дапушчэннем, што ён перамяшчаецца не па дузе акружнасці, а па прамой:

$$x = r(1 - \cos \varphi) + \frac{r^2}{2l_2}(1 - \cos^2 \varphi). \quad (4.12)$$

Відавочна, што гэта перамяшчэнне звязана непасрэдна з параметрамі крывашыпна-шатуннага механізма, і ў прыватнасці вугла павароту крывашыпа φ .

Аналізуючы ўсе залежнасці (4.1)–(4.12), прыходзім да высновы, што алгарытм вызначэння магутнасці, затрачываемай на прасаванне сілікатнай цэглы, можа быць рэалізаваны ў наступнай паслядоўнасці:

$$\varphi \rightarrow x \rightarrow s \rightarrow h \rightarrow p \rightarrow F_\Pi \rightarrow F_A \rightarrow F_K \rightarrow F_\tau \rightarrow M \rightarrow N. \quad (4.13)$$

Паколькі прасаванне ажыццяўляецца пры руху крывашыпа (пункта K) з ніжняга становішча да верхняга, то вугал φ пры гэтым змяняецца ў інтэрвале $0-180^\circ$. Задаючыся вуглом φ у гэтым прамежку з нейкім інтэрвалам, вызначым змяненне вярчальнага моманту і магутнасці ў час прасавання. Чым меншы інтэрвал будзе ўзяты, тым дакладней яна будзе вызначана.

Аднак тут трэба ўлічыць яшчэ адзін важны момант. Ён заключаецца ў тым, што не на ўсім шляху руху крывашыпа і, адпаведна, прасавальнага поршня ўверх ідзе прасаванне. На пачатковай стадыі адбываецца збліжэнне часцінак, выдаленне паветра з сумесі. Ціск пры гэтым зусім невялікі, і ён не звязаны з асадкай масы залежнасцю (4.10). Гэты ўчастак можна назваць своеасаблівым працягам халастога ходу поршня. Ён вызначаецца па формуле

$$s_x = s - h_{\max}, \quad (4.14)$$

дзе $h_{\max}$ – максімальная асадка масы.

Яна, у сваю чаргу, разлічваецца з дапамогай формулы (4.10) пры максімальным (зададзеным) ціску прасавання. Далей вызначаецца велічыня перамяшчэння прасавальнага рычага x да моманту заканчэння халастога ходу па формуле

$$x = \frac{2rs_x}{s}. \quad (4.15)$$

Падставіўшы гэта значэнне ва ўраўненне (4.12) і рашыўшы яго адносна φ , атрымаем велічыню φ_x вугла павароту крывашыпа на момант заканчэння халастога ходу. Менавіта ад гэтага значэння пачынаецца рэалізацыя алгарытму, прадстаўленага паслядоўнасцю (4.13).

Вынікі разліку, згодна з (4.13), паказваюцца ў выглядзе дыяграмы прасавання, дзе на вертыкальнай восі адкладваюцца

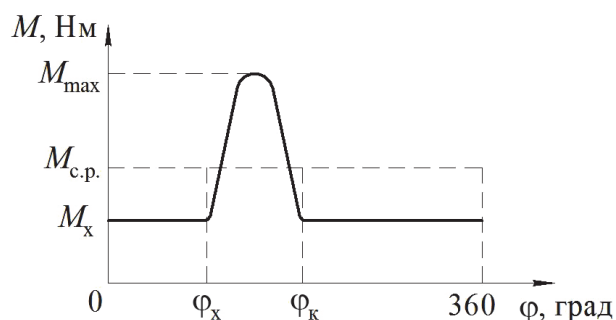


Рис. 4.14. Дыяграма прасавання сілікатнай цэглы

значэнні вярчальнага моманту M , а на гарызантальнай – вугла павароту крывашыпа φ .

На дыяграме адкладзена велічыня моманту халастога ходу $M_x = (0,1-0,2)M_{\max}$ і змяненне рабочага вярчальнага моманту ад мінімальнага да максімальнага

значэння $M_{\max}$ у інтэрвале вугла павароту крывашыпа ад φ_x да $\varphi_k = 180^\circ$. Вярчальны момант халастога ходу затрачваецца на пераадоленне трэння ў механізмах самога прэса. Па-другому яго можна прадставіць як каэфіцыент карыснага дзеяння прэса $\eta = 0,88-0,90$.

Сярэдні вярчальны момант рабочага ходу вызначаецца метадам інтэгравання крывалінейнага ўчастка дыяграмы прасавання:

$$M_{c.p} = \frac{\int_{\varphi_x}^{\varphi_k} M d\varphi}{\varphi_k - \varphi_x}. \quad (4.16)$$

Сярэдні момант за поўны цыкл прасавання

$$M_c = (M_{c.p} \varphi_p + M_x \varphi_x) / \varphi_{\text{ц}}, \quad (4.17)$$

дзе φ_p , φ_x , $\varphi_{\text{ц}}$ – адпаведна вуглы павароту рабочага, халастога ходу і поўнага цыкла ($\varphi_{\text{ц}} = 360^\circ$).

З улікам гэтага магутнасць прываднога рухавіка

$$N = \frac{M_c \cdot \omega}{\eta_{\text{пр}}}, \quad (4.18)$$

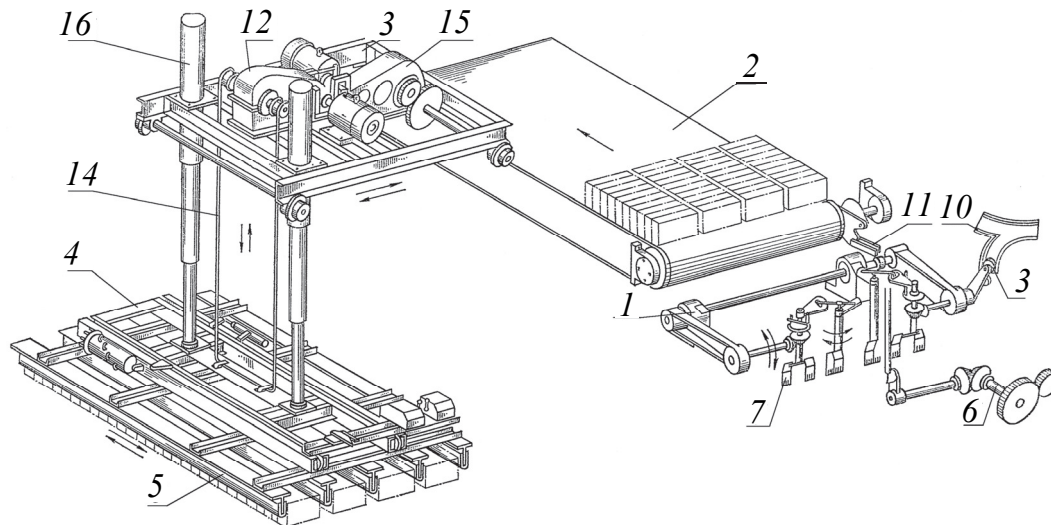
дзе $\eta_{\text{пр}}$ – ККДз прываду (рэдуктара, клінараменнай перадачы і г. д.).

4.1.4. Аўтамат-укладнік сілікатнай цэглы

Кожны тып прэса патрабуе выкарыстання асобнага спецыфічнага аўтамата-ўкладніка. Разгледзім адзін з іх, які працуе сумесна з крывашыпна-рычажным прэсам з паваротным сталом. Гэты аўтамат-укладнік, як і любы другі, прызначаны для з'ёму цэглы з прэса і ўкладкі яе на запарачныя аўтаклаўныя ваганеткі.

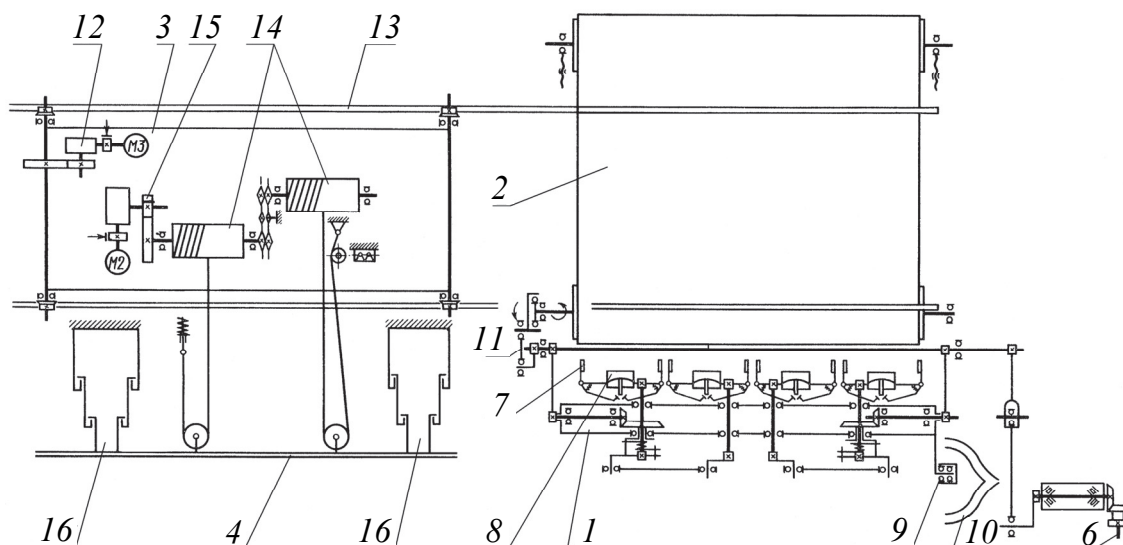
Аўтамат-укладальнік (рыс. 4.15) уключае некалькі асноўных вузлоў: з'ёмнік-кантавальнік 1, транспарцёр-назапашвальнік 2, пераносную каляску 3, раму 4 з пнеўмашынамі 5. Пнеўмашыны выкананы ў выглядзе гумавай стужкі, абгорнутай вакол стальной пласціны з утварэннем з яе двух бакоў герметычных поласцей.

Для больш поўнага ўяўлення пра будову і прыныш дзеяння аўтамата-ўкладніка яго аксанаметрычная схема дапоўнена кінематычнай (рыс. 4.16). Прычым аднолькавыя элементы на абедзвюх схемах пранумараваны аднымі і тымі ж пазіцыямі.



Рыс. 4.15. Аўтамат-укладнік сілікатнай цэглы

Прывад з'ёмніка-кантавальніка 1 і транспарцёра-назапашвальніка 2 ажыццяўляецца ад каленчатага вала 6 прэса. Праз сістэму рычагоў і шасцерняў рух перадаецца на захопы 7.



Рыс. 4.16. Кінематычная схема аўтамата-ўкладніка

Кожны з чатырох захопаў уяўляе сабой дзве пласціны з эластычнымі накладкамі, якія праз каромысел сціскаюцца мембранным пнеўмацыліндрам 8. Механізм з'ёму здымае са стала прэса адначасова чатыры цагліны і пераносіць іх на стужку канвеера назапашвальніка 2. Цэгла пры гэтым са становішча «ніцма» паварочваецца на 90° у становішча «на рабру». Такі рух забяспечваецца за кошт перамяшчэння роліка 9 па капіры 10 праз рычажна-зубчастую

сістэму. Пасля ўкладкі аднаго рада цэглы транспарцёр 2 з дапамогай пераштурхоўвальнага механізма 11 перамяшчаецца на даўжыню, роўную таўшчыні адной цагліны.

Пасля запаўнення транспарцёра 2 пераносная каляска 3 з дапамогай прываду 12 перамяшчаецца па рэйках 13 і спыняецца над ім. Тросавай лябёдкай 14 з асобным прывадам 15 рама 4 апускаецца ўніз. Пнеўмашыны 5 заходзяць у зазор паміж радамі цэглы. У пнеўмазахопы падаецца паветра з ціскам 0,05–0,03 МПа. Гумавыя мяшчкі дэфармуюцца і сціскаюць цэглу. Уключаецца прывад пад'ёму рамы 4 і перамяшчэння каляскі 3. Пакет цэглы пераносіцца і ўкладваецца на аўтаклаўную ваганетку. Для пазбаўлення ад магчымага перакосу рамы 4 пры спусканні прадугледжаны тэлескапічныя накіравальнікі 16. Пасля набору штабеля ваганетка падаецца на тэрмавільготную апрацоўку ў аўтаклаў.

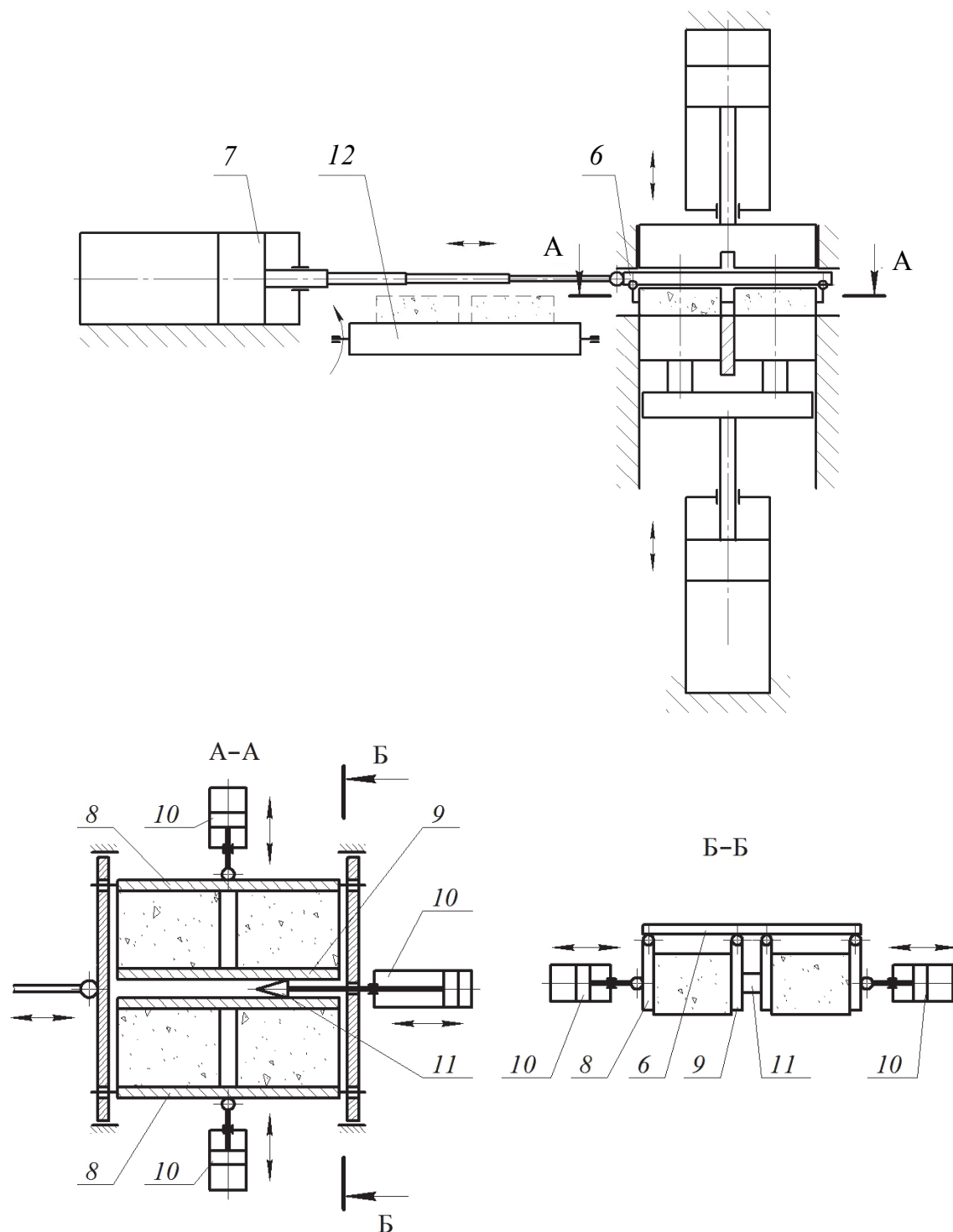
Разгледжаны аўтамат-укладнік з'яўляецца дасканалым механізмам на працягу доўгага часу. Некаторыя канструкцыйныя рашэнні, выкарыстаныя пры яго распрацоўцы, не перасягнуты да сучаснага моманту, нават замежнымі спецыялістамі.

4.1.5. Гідраўлічныя прэсы для фармавання сілікатнай цэглы

У адрозненне ад механічных прэсаў, у гідраўлічных асноўныя нагрузкі прасавання ўспрымаюць не металаканструкцыі самога агрэгата, а рабочая вадкасць. У выніку можна адначасова фармаваць значна большую колькасць цаглін і пры тым жа ці большым ціску павялічыць час прасавання, а значыць, якасць вырабаў, пры дадатковым павелічэнні прадукцыйнасці. Указаныя перавагі далі актыўны штуршок для шырокага выкарыстання гідраўлічных прэсаў замест механічных у вытворчасці сілікатнай цэглы.

Канструкцыйна гідраўлічныя прэсы прасцейшыя за механічныя. Яны падобныя на аналагічныя агрэгаты для ўшчыльнення бетоннай сумесі. Адрозненне заключаецца ў тым, што для павышэння трываласці цэглы-сырцу, фармуемай з паўсухой сыравіннай сумесі, рэалізуецца двухбаковае і двухстадыйнае прасаванне. Цэгла пры гэтым выштурхоўваецца не на паддон, а проста на ўзровень стала, як і ў механічных прэсах. Як вынік, гідраўлічны прэс камплектуецца спецыяльным з'ёмнікам цэглы і аўтаматам-укладнікам. Больш за тое, разглядаць канструкцыю і прыныцы дзеяння прэса неабходна ў комплексе са з'ёмнікам.

12 цаглін. Па заканчэнні прасавання пуансон 2 падымаецца і цэгла штампамі 3 выштурхоўваецца на ўзровень стала 1.



Рыс. 4.176. Гідраўлічны прэс для фармавання сілікатнай цэглы: з'ём цэглы

У зазор паміж радамі цэглы з дапамогай тэлескапічнага гідрацыліндра 7 уводзяцца пласціны з'ёмніка 6: дзве бакавыя 8 і дзве

цэнтральныя 9. Бакавыя пласціны 8 прыціскаюцца непасрэдна пнеўмацыліндрамі 10, а цэнтральныя – клінамі 11, якія таксама перамяшчаюцца пнеўмацыліндрамі. Сціснуты пакет цэглы падаецца на транспарцёр 12. Далей спецыяльным укладнікам цэгла пераносіцца на аўтаклаўныя ваганеткі. У залежнасці ад мадыфікацыі прэса засыпная скрынка і з’ёмнік цэглы могуць стаяць у адну лінію, з процілеглых бакоў прэса або перпендыкулярна адзін аднаму.

Лінейнае перамяшчэнне з’ёмніка сілікатнай цэглы можа ажыццяўляцца не толькі гідраўлічным, але і механічным прывадам, напрыклад з дапамогай зубчастага рэменя (рыс. 4.18).

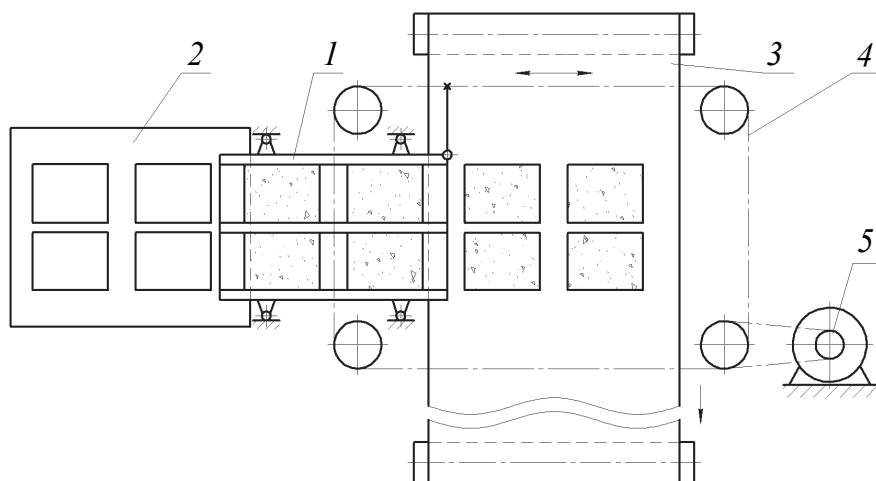


Рис. 4.18. Кінематычная схема з’ёмніка цэглы з механічным прывадам

Канструкцыя з’ёмнік 1 складаецца з тых жа самых частых паваротных пласцін, сціскаемых пнеўмацыліндрамі. Але ад стала 2 прэса да транспарцёра 3 ён перамяшчаецца з дапамогай зубчастага рэменя 4, да адной з галін якога жорстка далучаны. Рэмень ажыццяўляе зваротна-паступальныя рухі праз рэверсійны прывад 5.

З транспарцёра 3 грэйферным захопам пакет цэглы-сырцу ўкладваецца на аўтаклаўныя ваганеткі ў выглядзе штабеля. Гэты захоп складаецца з набору асобных металічных паваротных пласцін з гумавымі накладкамі. На кожную цагліну прыходзіцца па дзве пласціны, паміж якімі яна заціскаецца. Прычым кожная пласціна сціскаецца асобным пнеўмацыліндрам. Вялікая колькасць пнеўмацыліндраў – гэта адзін з асноўных недахопаў такога грэйфернага захопу. Указаны недахоп асобна бачны ў параўнанні з пнеўмашынамі аўтамата-ўкладчыка для крывашыпна-рычажнага прэса. Аднак

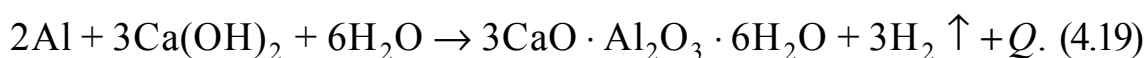
бясспрэчнай перавагай гідраўлічнага прэса з'яўляецца больш высокая якасць фармуемых вырабаў, абумоўленая двухбаковым і двухстадынным прасаваннем.

4.2. Абсталяванне для вытворчасці газасілікатных вырабаў

4.2.1. Тэхналагічныя комплексы для вытворчасці газасілікатных вырабаў

Газасілікат – штучны порысты камень, які мае добрыя цеплаізаляцыйныя ўласцівасці. Шчыльнасць вырабаў змяняецца ў дыяпазоне 300–900 кг/м³. Ніжэйшыя значэнні шчыльнасці (300–400 кг/м³) характэрны для ўцяпляльніка, які выпускаецца ў насыпным стане або ў выглядзе пліт таўшчынёй да 100 мм. Асноўным газасілікатным вырабам з'яўляюцца сценавыя блокі са шчыльнасцю 400–600 кг/м³. Раней на айчынных прадпрыемствах пераважна выпускаліся стандартызаваныя блокі размерам 200×288×588 мм, што з улікам таўшчыні растворнага шва адпавядалі размеру 200×300×600 мм. Новыя тэхналагічныя комплексы забяспечваюць магчымасць вырабляць блокі з допускам на адхіленне размераў ±1,5 мм з іх наступнай кладкай на клей. Больш за тое, размеры блокаў могуць змяняцца ў шырокім дыяпазоне праз кожныя 5 мм. У прыватнасці, шырокім попытам карыстаюцца блокі размерам 200×375×600 мм. З газасілікату выпускаюцца арміраваныя вырабы шчыльнасцю 600–900 кг/м³. Гэта, звычайна, сценавыя панэлі і перамычкі.

Асноўнымі сыравіннымі кампанентамі для вытворчасці газасілікатных вырабаў з'яўляюцца вапна (вяжучае) і пясок (напаўняльнік). У якасці дадатковых кампанентаў (да 15%) уводзяцца цэмент і гіпс. У якасці пораўтваральніка выкарыстоўваецца алюмініевая пудра або паста. Прычым пораўтваральнікам выступае не сам алюміній, а вадарод, які выдзяляецца ў выніку хімічнай рэакцыі ўзаемадзеяння алюмінію са шчолаччу.



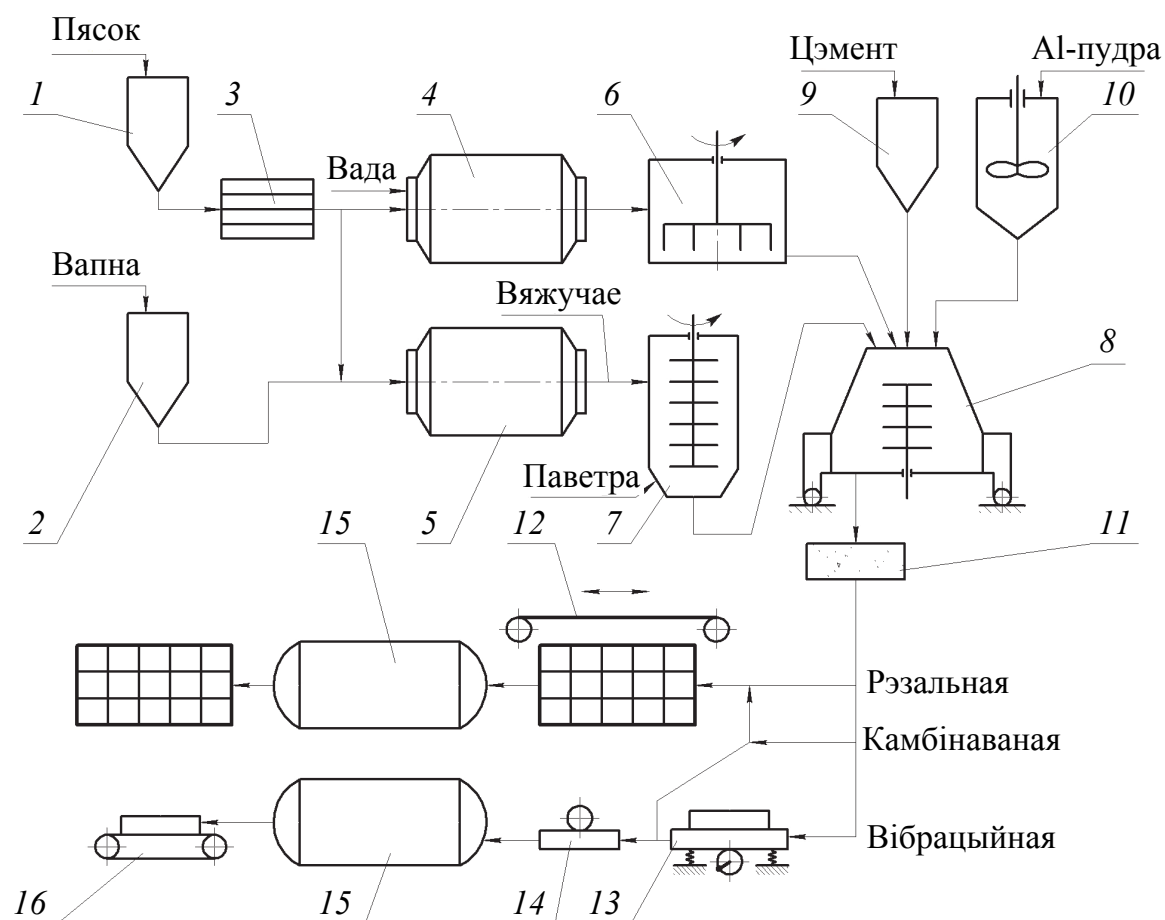
З рэакцыі бачна, што яна ідзе ў прысутнасці вады. Таму сыравінныя кампаненты падрыхтоўваюцца ў водным асяроддзі

па мокрай тэхналогіі. У выніку рэакцыі ўтвараецца сілікатны камень, выдзяляюцца вадарод і значная колькасць цяпла. Бурбалкі вадароду павялічваюць аб'ём масіву прыкладна ў два разы і пры адначасовым яго цвярдзенні ўтвараюць порыстую структуру.

Для прадухілення акіслення алюмінію яго часцінкі пакрыты тлушчавай плёўкай, і пастаўляецца ён на вытворчасць у герметычнай тары. Тлушч здымаецца паверхнева-актыўнымі рэчывамі, разбаўленымі вадой. Таму пораўтваральнік ўводзіцца ў сыравінную сумесь у выглядзе асобна падрыхтаванай алюмініевай суспензіі.

У вытворчасці выкарыстоўваецца тры разнавіднасці тэхналогіі вытворчасці газасілікатных вырабаў: рэзальная, вібрацыйная і камбінаваная. Незалежна ад гэтага кожная з іх уключае тры асноўныя стадыі: падрыхтоўка сыравінных кампанентаў, фармаванне вырабаў, тэрмавільготная апрацоўка.

Спрошчаная тэхналагічная схема вытворчасці газасілікатных вырабаў паказана на рыс. 4.19.



Рыс. 4.19. Тэхналагічная схема вытворчасці газасілікатных вырабаў

Асноўныя сыравінныя кампаненты захоўваюцца адпаведна ў бункеры 1 і сіласе 2. Перад падачай на памол пясок праходзіць праз барабанны грохат 3, дзе аддзяляюцца вялікія камяні. Памол пяску ў сумесі з вадой ажыццяўляецца ў двухкамерным барабанным млыне 4 з гумавай футроўкай. На выхадзе атрымліваецца шлам з вільготнасцю прыкладна 50%. Вяжучае рэчыва падрыхтоўваецца ў выглядзе вапнякова-пясчанай сумесі (суадносіны 1 : 1) у сухім стане. Сумесны яго размол ажыццяўляецца ў двухкамерным барабанным млыне 5 сухога памолу са стальной футроўкай.

Пасля памолу шлам перапампоўваецца ў шламбасейн 6. Гэта ёмістасць-запаснік з ціхаходным перамешвальным органам. Ён можа быць выкананы па аналогіі з боўталкай або ў выглядзе рамнай мяшалкі, якой у дадатак надаецца планетарны рух. Вяжучае з млына паступае ў гамагенізатар 7, у якім за кошт інтэнсіўнага механічнага і пнеўматычнага перамешвання дасягаецца яго высокая гамагеннасць.

Вапнякова-пясчанае вяжучае і шлам падаюцца ў асноўны змяшальнік 8. Сюды таксама з бункера 9 падаецца цэмент (гіпс) і з мяшалкі 10 алюмініевая суспензія. У змяшальніку 8 падрыхтоўваецца літая сыравінная сумесь з суадносінамі цвёрдае – вадкасць 1 : 1. Добра перамешанай сумессю запаўняецца форма 11, якая падаецца ў спецыяльную камеру «паспявання» масіву.

Далейшы шлях формы з сілікатабетонным масівам залежыць ад віду тэхналогіі. Пры чыста рэзальнай тэхналогіі, якая характэрна толькі для вытворчасці ўцяпляльніка, масіў паступае непасрэдна на рэзальны комплекс 12, дзе разразаецца на пліты патрабуемай таўшчыні. Газасілікатныя сценавыя блокі маюць большую трываласць і шчыльнасць. Таму масіў папярэдне ўшчыльняецца і толькі пасля гэтага падаецца на рэзку. Тэхналогія вытворчасці ў гэтым выпадку будзе камбінаваная. Прычым выкарыстоўваюцца ўдарна-імпульсныя кулачковыя ўстаноўкі 13, якія беражліва ўшчыльняюць масіў без разбурэння яго порыстай структуры. Пры вібрацыйнай тэхналогіі з выпускам арміраваных вырабаў пасля ўшчыльнення праводзіцца прыкатка гарбушы да ўзроўню бартоў формы. Гэта аперацыя выконваецца валковай пракатнай машынай 14, падобнай на пракатныя агрэгаты ў вытворчасці жалезабетону, толькі без вібрацыі.

Заклучнай аперацыяй вытворчасці газасілікатных вырабаў з'яўляецца тэрмавілготная апрацоўка, якая праводзіцца ў аўтаклавах 15. У параўнанні з вытворчасцю цэглы яны маюць большыя габарыты, у асноўным гэта 3,8×40,0 м. Тэхналагічныя параметры

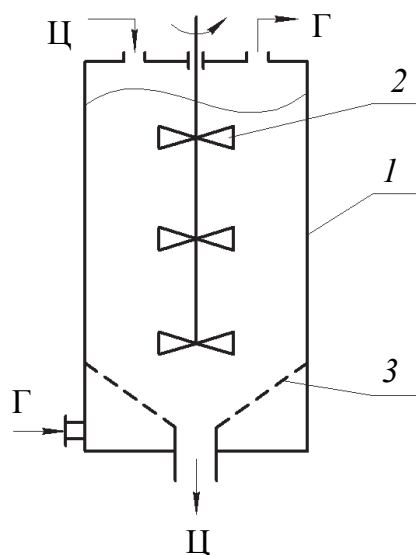
тэрмавільготнай апрацоўкі такія ж самыя, як сілікатнай цэгля. Зацвярдзелыя сценавыя блокі ўпакоўваюцца ў палімерную плёнку і адгружаюцца на склад. Арміраваныя вырабы, у прыватнасці панэлі, паступаюць на канвеер аздобы 16.

Калі ацэньваць у агульным, то вытворчасць газасілікатных вырабаў можна лічыць адной з самых складаных і ў той жа час высокамеханізаваных тэхналогій атрымання будаўнічых матэрыялаў.

4.2.2. Спецыяльныя змяшалыя аграгаты ў вытворчасці газасілікатных вырабаў

Сыравінная сумесь для вытворчасці газасілікатных вырабаў шматкампанентная. Таму да яе гамагеннасці прад'яўляюцца павышаныя патрабаванні. Для дасягнення высокай трываласці тут трэба забяспечыць як мага больш поўны кантакт вапны з напаўняльнікам (пяском), а раўнамернай порыстасці – вапны з алюмініем. Па тэхналагічнай схеме (рыс. 4.19) бачна, што выкананне ўказаных патрабаванняў рэалізуецца за кошт шматстадыйнага перамешвання.

Адной з такіх стадый з'яўляецца падрыхтоўка вапнякова-пясчанага вязучага ў гамагенізатары (рыс. 4.20).



Рыс. 4.20. Гамагенізатар

Гамагенізатар уключае сталёны корпус 1 дыяметрам да 3 м і вышынёй да 10 м. Ён забяспечаны камбінаванай сістэмай перамешвання: механічнай і пнеўматычнай. Механічная складаецца з ціхаходнай чатырох'яруснай лопасцевай мяшалкі 2, а пнеўматычная ўяўляе сабой аэратар 3 з адпаведнай сістэмай аэрацыі. Інтэнсіўнае камбінаванае перамешванне дазваляе забяспечыць высокую ступень гамагеннасці абодвух кампанентаў вязучага. Характэрным эксплуатацыйным патрабаваннем для гамагенізатара з'яўляецца тое, што спачатку ўключаецца падача паветра на аэрацыю і прывядзенне сумесі ва ўзважа-

нае становішча і толькі пасля гэтага прывад мяшалкі.

Папярэдняя апрацоўка алюмініевай пудры ў сумесі з вадой і паверхнева-актыўнымі рэчывамі праводзіцца ў стандартнай хуткаходнай прапелернай мяшалцы. Злучэнне вязучага з напаўняльнікам

і часцінкамі алюмінію ажыццяўляецца ў асноўным змяшальніку. На айчынных заводах на гэтай стадыі выкарыстоўваецца вібрагазабетоназмяшальнік (рыс. 4.21).

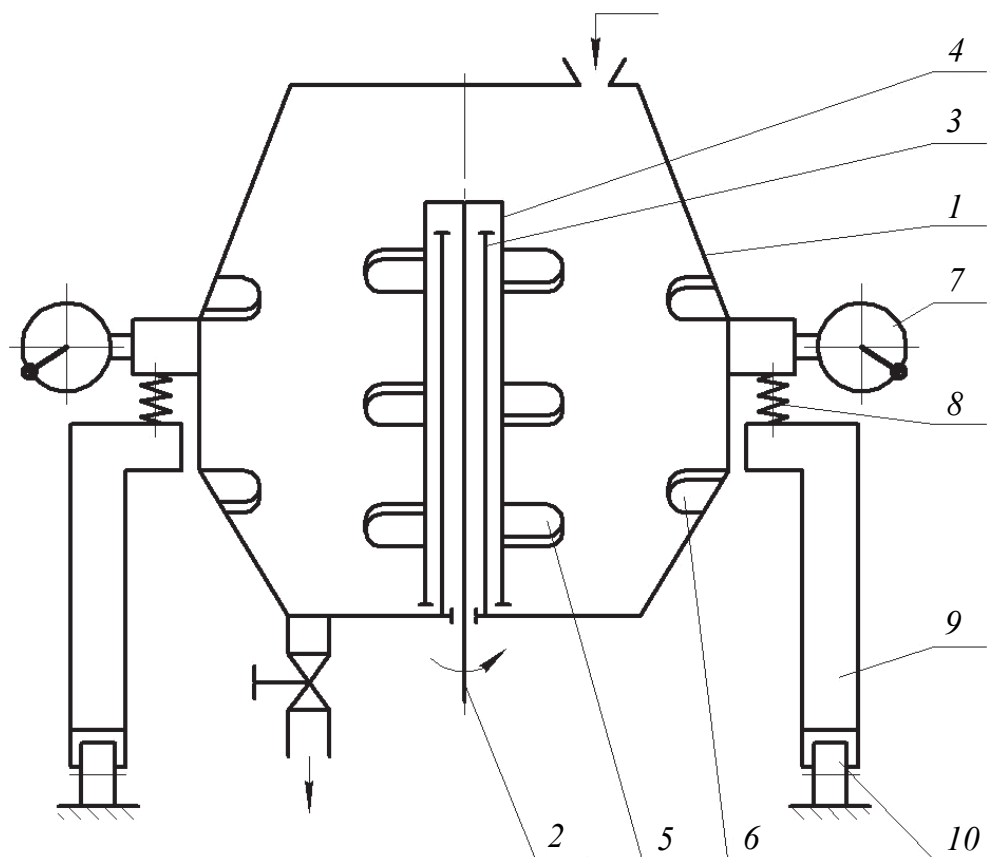
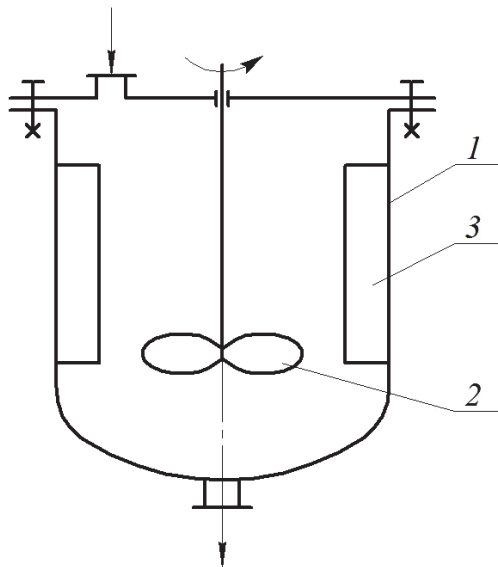


Рис. 4.21. Вібрагазабетоназмяшальнік

Гэта змяшальнік партальнага тыпу. Ён уключае корпус 1, унутры якога ўстаўлены прывадны вал 2, размешчаны ў нерухомым стакане 3 і злучаны з полым трубчастым валам 4. Такая камбінаваная канструкцыя вала прадукілае пападанне перамешваемай сумесі да ніжняй падшыпнікавай апоры. На трубчастым вале 4 замацаваны перамешвальныя лопасці 5. Падобныя, але сталычныя контрлопасці 6 замацаваны да сценак корпуса 1. Для інтэнсіфікацыі перамешвання звонку на бакавых сценах корпуса ўстаноўлены вібратары 7. Змяшальнік праз аматызатары 8 аб'яднаецца на рухомай партале 9, які прываднымі коламі можа перамяшчацца па рэйках 10.

Аб'ём змяшальніка звычайна роўны 5 м³. Ён мае ніжні прывад мяшалкі, які забяспечвае часціню вярчэння да 300 аб/хвіл, і прывад перамяшчэння партала, што дае магчымасць наязджаць

непасрэдна на форму і раўнамерна запаўняць яе сумессю. Час перамешвання асноўных кампанентаў складае 3–4 хвіл, дадаткова з алюмініевай суспензіяй – 1–2 хвіл.



Рыс. 4.22. Міксер для прыгатавання сілікатнай сумесі

На новых тэхналагічных лініях, укамплектаваных залежным абсталяваннем, ролю асноўнага змяшальніка выконвае міксер. Гэта звычайны хуткаходны перамешвальны аграгат (рыс. 4.22) аб'ёмам 5 м³, у якога корпус 1 выкананы з эліптычным дном і накрыўкай. Рабочым органам аграгата з'яўляецца прапелерная мяшалка 2. Дадатковая турбулізацыя сумесі забяспечваецца адбойнымі перагародкамі 3. Унутранае напаўненне і форма змяшальніка сведчаць аб тым, што ён прызначаны для работы ў цэнтрабежным рэжыме, калі эфектыўнасць перамешвання дасягаецца за кошт інтэнсіўнай цырку-

ляцыі сумесі. Пацверджаннем гэтаму служыць рэкамендуемая часціня вярчэння мяшалкі 500–1500 хвіл.⁻¹.

Відавочна, што пры такой часціні вярчэння будзе адбываецца не толькі інтэнсіўнае перамешванне, але і дадатковае дыспергаванне агламератаў і асобных часцінак. Гэта было адзначана намі ў частцы 1 аднайменнага дапаможніка. Больш за тое, там жа была акрэслена і магчымая праблема такіх змяшальнікаў, абумоўленая высокім абразіўным зносам рабочага органа, што і пацвердзілася ў час іх эксплуатацыі.

4.2.3. Аграгаты для разрэзкі масіву на асобныя вырабы

Пры вытворчасці дробнаразмерных газасілікатных вырабаў, у прыватнасці сценавых блокаў, заліваць сумесь у асобныя формы, набліжаныя да іх па размерах, немэтазгодна. З-за краявых эфектаў порыстасць вырабаў па аб'ёме будзе нераўнамернай. Асабліва гэтае адрозненне праяўляецца паблізу ад сценак формы. Таму, звычайна, фармуецца масіў вялікага аб'ёму, які затым разразаецца на асобныя дробнаразмерныя вырабы.

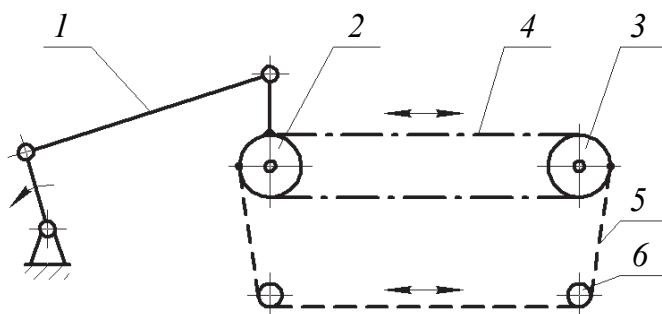
Канешне, масіў можна разрэзаць пасля стадыі цвярдзення. Але ў гэтым выпадку ўзнікаюць праблемы вялікага пылавыкіду і абразіўнага зносу рэзальнага інструменту. Больш мэтазгодна разрэзку праводзіць на незацвярдзелым масіве да аўтаклаўнай апрацоўкі. Пластичная трываласць яго перад рэзкай павінна складаць 30–80 кПа.

Эксперыментальная апрабацыя розных рэзальных інструментаў, у тым ліку і струменя вадкасці, прывяла да высновы, што лепшым з іх застаецца струна – стальны дрот таўшчынёй 0,5–2,0 мм. Прычым па аналогіі з рэзальнай пілой было прынята рашэнне струне надаваць зваротна-паступальныя рухі. Для прадухілення магчымага зліпання блокаў у час аўтаклаўнай апрацоўкі ўзнікла неабходнасць выдаляць рэшткі сумесі з зоны рэзу. Так, на асноўнай струне з’явіўся навіты па спіралі і прыпаяны тонкі дроцік, які выконваў функцыі шнэка (рыс. 4.23).



Рыс. 4.23. Струна-шнэк

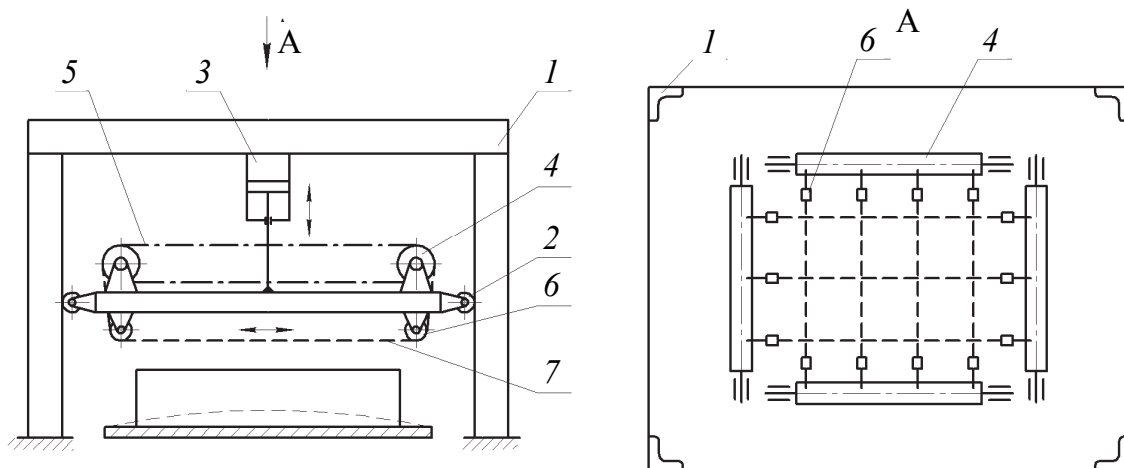
Такімі рэзальнымі органамі камплектаваліся ўсе айчынныя рэзальныя машыны. Зваротна-паступальныя рухі струнам надаваліся з дапамогай крывашипна-каромыславага механізма (рыс. 4.24).



Рыс. 4.24. Кінематычная схема прываду рэзальных струн

Крывашипны механізм 1 жорстка злучаны з прывадным барабанам 2, які, у сваю чаргу, злучаецца з нацяжным барабанам 3 прывадным тросікам 4. На абодвух барабанах з дапамогай балтавога злучэння зафіксавана рэзальная струна 5, якая перамяшчаецца зваротна-паступальна па пазах накіравальных ролікаў 6.

Пры замацоўцы на барабанах па некалькі струн, прычым у двух узаемна перпендыкулярных напрамках, утвараецца аграгат з адначасовай падоўжнай і папярочнай рэзкай (рыс. 4.25).

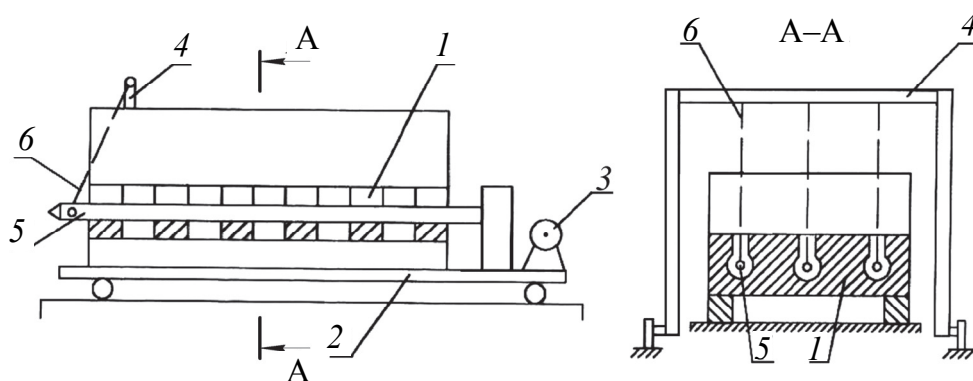


Рыс. 4.25. Схема машыны з адначасовай падоўжнай і папярочнай рэзкай

Ён уключае нясучую раму 1, унутры якой перамяшчаецца рэзальная рамка 2. Вертыкальныя рухі ёй надаюцца двума гідрацыліндрамі 3. На рамцы ўстаноўлены барабаны 4, злучаныя прыкладным тросам 5, і іх прыклад. Да барабанаў 4 замацаваны і прапушчаны праз накіравальныя ролікі 6 рэзальныя струны 7, якія ажыццяўляюць зваротна-паступальныя рухі. У выніку ў аграгаце адначасова рэалізуецца два віды рэзкі: працісканнем (вертыкальнае перамяшчэнне рамкі) і піленнем (зваротна-паступальны рух струны). Хуткасць руху рамкі складае 5–7 м/хвіл, хуткасць ваганняў струн у 10–25 разоў перавышае яе.

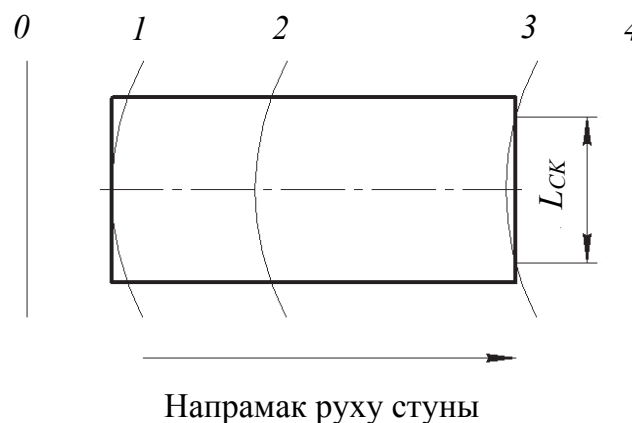
Разрэзка масіву праводзіцца без выемкі яго з формы, толькі пры адкрытых бартах. Асноўны недахоп такога спосабу рэзкі і рэзальнага аграгата – недарэз масіву з-за прагіну струны, а адпаведна, вялікая колькасць браку.

Часткова павысіць якасць вырабаў можна пры пераходзе на асобную падоўжную, а затым і папярочную рэзку. Такая тэхналогія патрабуе ўстаноўкі дадатковага аграгата (рыс. 4.26).



Рыс. 4.26. Аграгат ад падоўжнай рэзкі масіву

Падоўжная рэзка ажыццяўляецца пры поўнай распалубцы і выемцы масіву з формы. Ён спецыяльнымі захопамі з дапамогай маставога крана пераносіцца на статычны стол 1, выкананы з асобных брускоў з зазорам паміж імі. Рэзальная платформа 2 з прывадам 3 перамяшчаецца па рэйках ўздоўж масіву. На платформе 2 устаноўлена рама 4, у апорнай пліце замацаваны чаўнакі 5, якія змешчаны ў адтуліны брускоў стала 1. Паміж чаўнакамі 5 і верхняй бэлькай рамы 4 нацягнуты нерухомыя нахіленыя струны 6. Пры перамяшчэнні рэзальнай машыны струны праціскаюцца праз масіў і разразаюць яго ў падоўжным напрамку. Метад рэзкі працісканнем мае свае перавагі і недахопы. Асноўная перавага – гэта прастата. Аднак пры ўваходзе ў масіў струна прагінаецца (рыс. 4.27).



Рыс. 4.27. Этапы працэсу рэзання струной

Пры ўваходжанні ў масіў прамалінейная струна згінаецца і застаецца ў такім стане да выхаду з яго. На выхадзе з масіву струна «спружыніць» і рэзка выпрамяецца. У выніку на тарцовай паверхні адшчапляюцца бесформенныя кавалкі масіву. Зніжэнне нагрузкі на ўваходзе струн у масіў і частковае пазбаўленне ад указанай негатыўнай з'явы на выхадзе дасягаецца пры ўстаноўцы струн пад нахілам да разразаемай паверхні. Больш за тое, знізіць верагоднасць адшчапленняў можна за кошт зніжэння хуткасці руху ў канцы рэзу да 0,15–0,25 м/с.

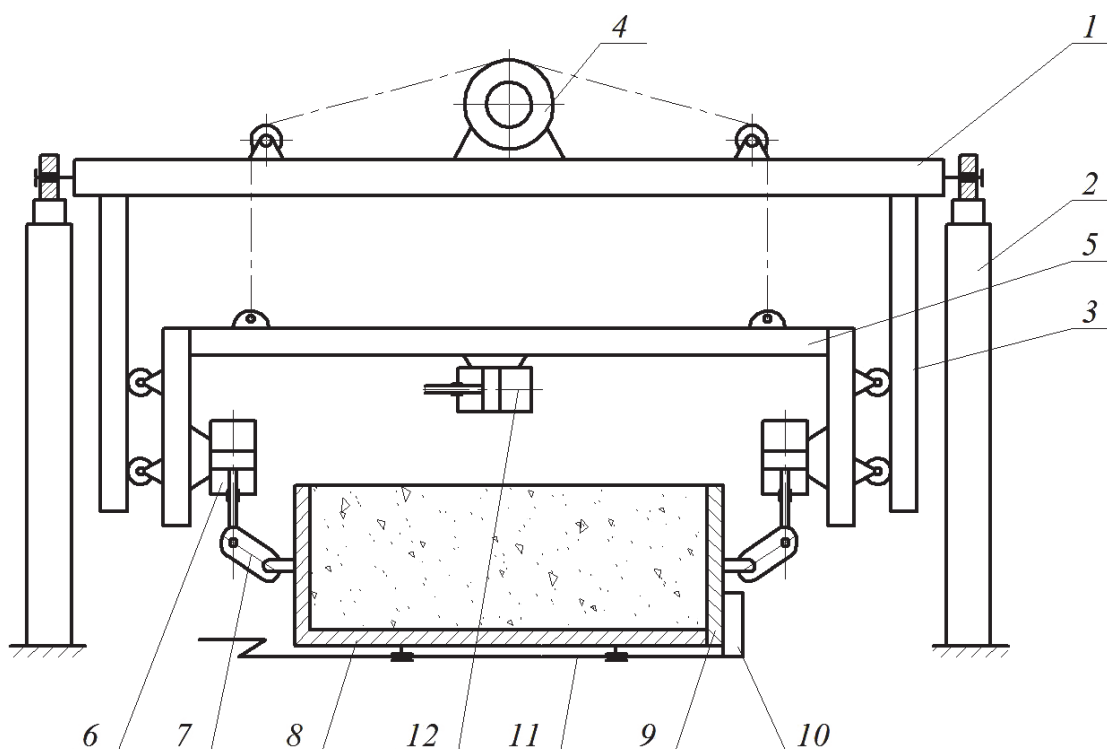
Папярочная рэзка, звычайна, ажыццяўляецца машынай са зваротна-паступальным рухам струн, падобнай на агрэгат сумеснай рэзкі. Толькі ў дадзеным выпадку недарэзу не можа быць, паколькі тут адсутнічае паддон і нават прагнутыя струны ў ніжнім становішчы заходзяць у зазоры паміж брускамі стала 1, дараваючы масіў да канца.

Пазбавіўшыся ад аднаго недахопу – недарэзу, мы атрымалі другі – зніжэнне прадукцыйнасці. Больш за тое, вялікія габарыты масіву, а адпаведна, доўгія струны ўсё роўна прагінаюцца. У выніку атрымліваюцца значныя адхіленні ад патрабуемых размераў вырабаў, якія дасягаюць 10–12 мм. Паменшыць іх можна, толькі скараціўшы даўжыню рэзальнага органа (струны), што дасягальна пры змяншэнні шырыні разразаемага масіву, напрыклад, пры павароце яго на 90°.

Такі спосаб рэзкі рэалізаваны ў новых замежных рэзальных комплексах. Найбольш распаўсюджаным з іх у нашай краіне – гэта комплекс фірмы Masa-Henke. Прынцыповыя адрозненні ўказанага спосабу, як адзначана вышэй, заключаюцца ў павароце масіву на 90°. Пры гэтым шырыня пад рэзку змяншаецца і не перавышае 600 мм. Яшчэ адной важнай яго асаблівасцю з’яўляецца тое, што ў якасці рэзальнага органа выкарыстоўваецца гладкая, без дадатковай навіўкі, струна дыяметрам 0,8 мм. Больш за тое, перавага аддаецца нерухомым струнам. Сценавыя блокі пасля такой разрэзкі маюць больш гладкую паверхню з прывабным таварным выглядам. Павышэнне якасці блокаў дасягаецца і за кошт абрэзкі часткі масіву з нераўнамернай, заніжанай порыстасцю, якая ў час заліўкі сумесі ўтвараецца паблізу бартоў формы. Таўшчыня такога пласта дасягае 40–50 мм. І хаця пры гэтым павялічваецца колькасць адходаў, блокі на выхадзе маюць аднолькавую порыстасць і тэрмічнае супраціўленне па ўсім аб’ёме. Пры рэалізацыі ўсяго комплексу пастаўленых вышэй задач атрымліваюцца высакаякасныя сценавыя газасілікатныя блокі з допускам на адхіленне размераў $\pm 1,5$ мм.

Канешне, у дадзеным выпадку не абысціся адным рэзальным агрэгатам. Таму рэзальны комплекс пераўтвараецца ў цэлую тэхналагічную лінію, на кожнай стадыі якой выконваецца нейкая адпаведная тэхналагічная аперацыя.

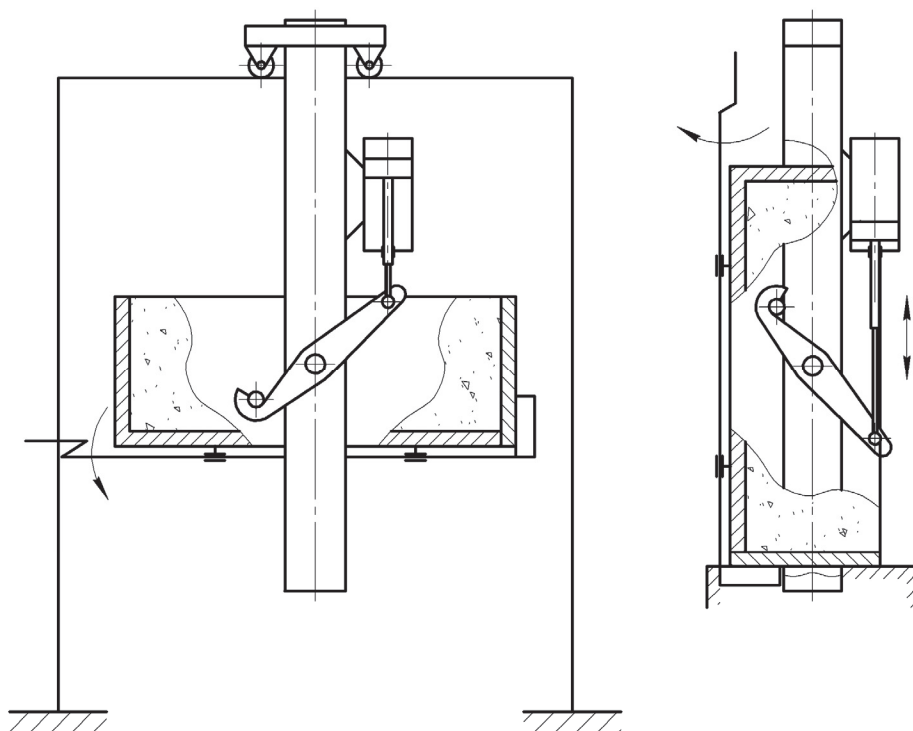
Першая аперацыя заключаецца ў пераварочванні формы з масівам на 90° і аддзяленні яе ад масіву. Для гэтага асноўная частка формы (паддон і тры барты) выканана ў выглядзе жорсткай суцэльнай канструкцыі. З’ёмным з’яўляецца толькі адзін бакавы борт, які ў перспектыве становіцца паддонам для масіву. Агрэгат, або назавём яго кантавальнік, выкананы па прынцыпе маставага крана з тросавым пад’ёмнікам (рыс. 4.28).



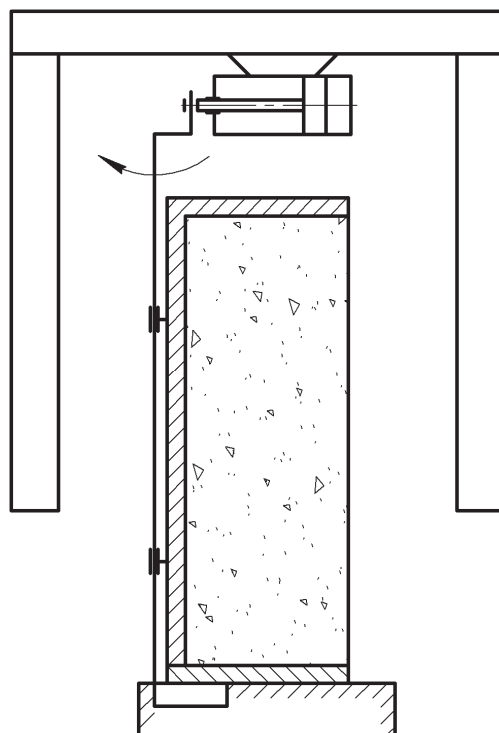
Рыс. 4.28. Схема кантавальніка

Ён уключае металаканструкцыю ў выглядзе маста 1, якая перамяшчаецца па рэйках, укладзеных на апорных калонах 2. Да маста замацаваны накіравальнікі 3, па якіх з дапамогай тросавага пад'ёмніка 4 перамяшчаецца рама 5 механізма пад'ёму і апускання. На ёй замацаваны гідрацыліндры 6, штокі, якія забяспечаны рычажнымі захопамі 7. Яны зачэпляюцца за штыры формы, якая складаецца з каркаса 8 і бакавога борта 9, злучаных паміж сабой лапай 10, замацаванай на паваротным рычагу 11. Гэты рычаг у сваю чаргу паварочваецца гідрацыліндрам 12, аддзяляючы, такім чынам, асноўную частку формы ад бакавога борта.

Паслядоўнасць павароту формы з масівам паказана на рыс. 4.29. Рычажны захоп падводзіцца пад штыр, замацаваны на тарцовых бартах формы. Пры перамяшчэнні штока гідрацыліндра 6 форма паварочваецца на 90° і ўстанаўліваецца на канвеер рэзальнага аграгата. Пасля гэтага гідрацыліндр 12 уздзейнічае на рычаг 11, які паварочвае фіксатар 10 на 90° (рыс. 4.30). Пры гэтым асноўная частка формы 8 з паддонам і трыма бакавымі бартамі аддзяляецца ад бакавога борта 9, які становіцца паддонам для разразаемага масіву. Форма 8 тросавым пад'ёмнікам 4 падываецца і перамяшчаецца на пост ачысткі і зборкі.

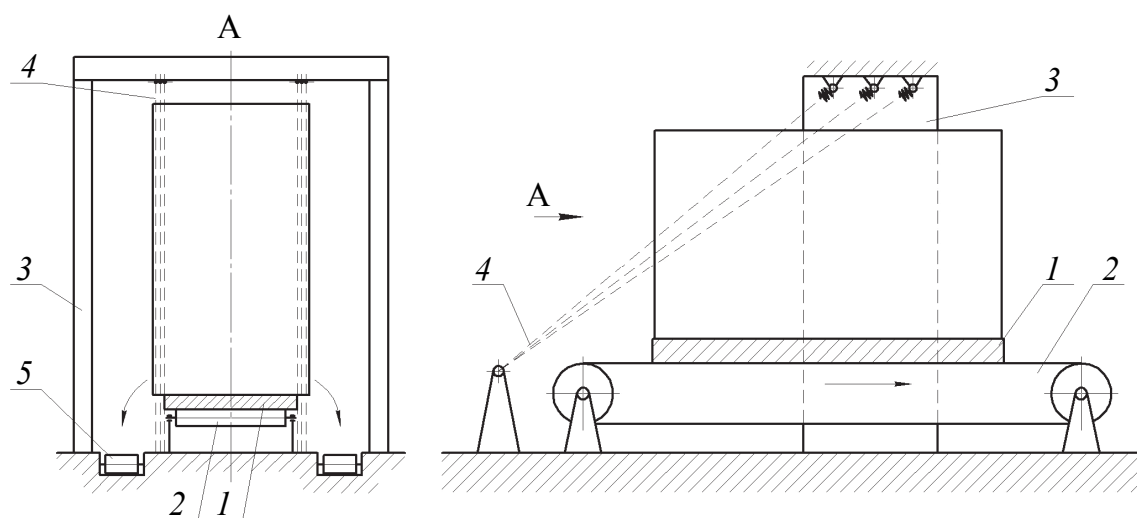


Рыс. 4.29. Схема павароту формы



Рыс. 4.30. Схема раздзялення формы

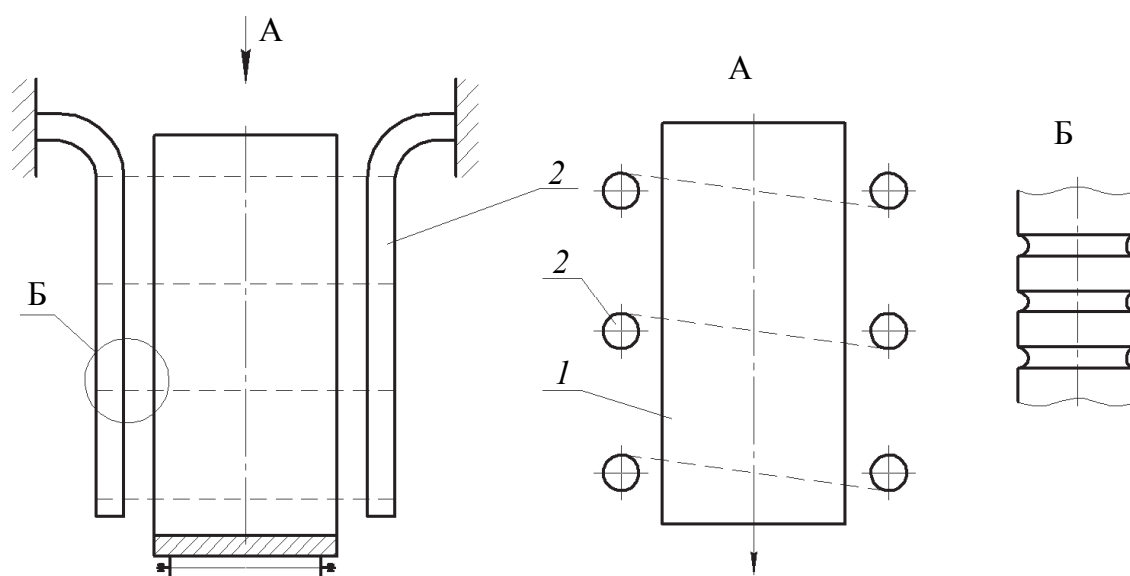
Першая рэзальная аперацыя заключаецца ў бакавой абрэзцы (каліброўцы) масіву. Яна праводзіцца статэчнымі нахіленымі струнамі (рыс. 4.31).



Рыс. 4.31. Бакавая каліброўка масіву

Масіў на паддоне 1 перамяшчаецца па транспарцёры 2. З двух бакоў ад яго да рамы 3 замацавана па некалькі нахіленых струн 4. Кожная наступная струна паслядоўна адразае тонкі пласт (да 10 мм) масіву. Пры гэтым ён крышыцца і ў выглядзе асобных кавалкаў падае на транспарцёр 5 для ўтылізацыі адходаў. Далей гэтыя адходы перамяшчаюцца з вадой і падаюцца помпай на стадыю падрыхтоўкі сыравінных кампанентаў.

Наступная падоўжная разрэзка таксама праводзіцца нерухомымі струнамі, якія падзяляюць масіў на некалькі пластоў па вышыні (рыс. 4.32).



Рыс. 4.32. Схема падоўжнай разрэзкі масіву

Струны 1 нацягнуты на штангі 2, устаноўленыя ўздоўж напрамку руху масіву. Прычым на бакавой паверхні штанг 2 праз кожныя 5 мм выкананы паўсферычныя канаўкі, у якіх закладваюцца струны пры іх нацяжэнні. Гэта дае магчымасць хутка і лёгка змяняць размер разразаемых пластоў сілікатабетону, а адпаведна, і будучых вырабаў (блокаў).

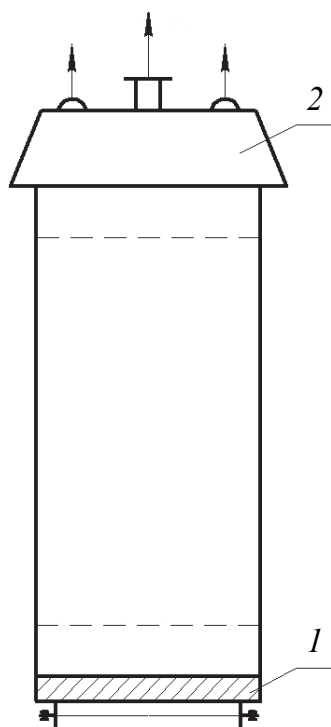


Рис. 4.33. Схема з'ёму верхняга пласта

Пры падоўжнай разрэзцы акрамя таварных пластоў зверху і знізу надразаюцца некандыцыйныя пласты таўшчынёй 40–50 мм. Ніжні з іх застаецца на паддоне 1, а верхні аддзяляецца ад масіву з дапамогай вакуумнага захопу 2 (рыс. 4.33).

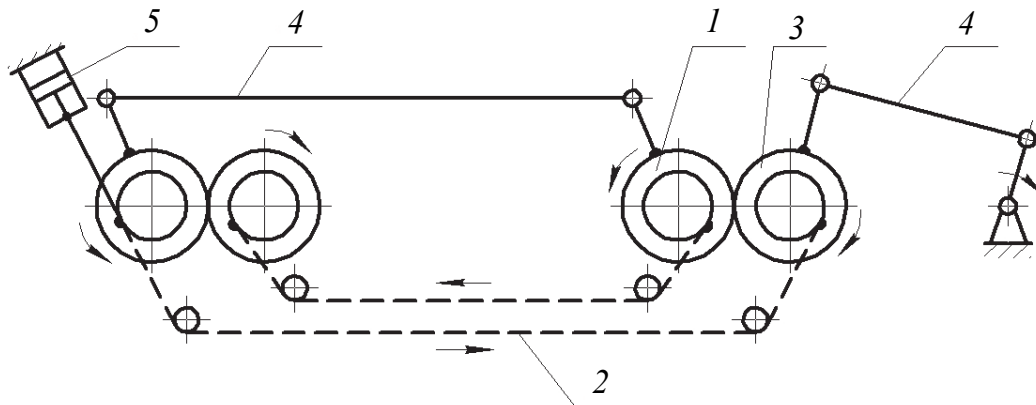
Захоп уяўляе сабой каробчаты шчыт з перфараваным дном і ўстаноўленымі зверху над ім двума вентылятарамі. Шчыт укладваецца зверху на масіў і ўнутры яго ўтвараецца разрэджанне. Надрэзаная частка прыцягваецца да шчыта і ўтрымліваецца да таго часу, пакуль масіў не пакіне месца разрэзкі. Пасля гэтага адключаюцца вентылятары і, падаючы ўніз, некандыцыйны пласт разбіваецца і пападае на транспарцёр для ўтылізацыі адходаў.

Для атрымання дробнаразмерных газасілікатных вырабаў, напрыклад сценавых блокаў, трэба правесці яшчэ адну – папярочную разрэзку. Яна ажыццяўляецца рухомымі струнамі на агрэгаце, падобным на айчынны, з адначасовай падоўжнай і папярочнай рэзкай (рыс. 4.25). Відавочна, што струны тут будуць нацягнуты толькі ў адным напрамку. Некалькі зменена і кінематычная схема прываду струн (рыс. 4.34).

Яна ўключае чатыры прывадныя барабаны 1, размешчаныя папарна на рэзальнай раме з двух бакоў ад разразаемага масіву. Да барабанаў замацаваны рэзальныя струны 2. На іх выхадных канцах устаноўлены зубчастыя шасцерні 3, якія забяспечваюць папарнае сінхроннае вярчэнне суседніх барабанаў у процілеглых бакі. Зваротна-паступальныя рухі барабанам і струнам надаюцца крывашипным механізмам 4.

Яшчэ адно адрозненне разгледжанага рэзальнага агрэгата заключаецца ў тым, што струны нацягваюцца пнеўмацыліндрамі 5.

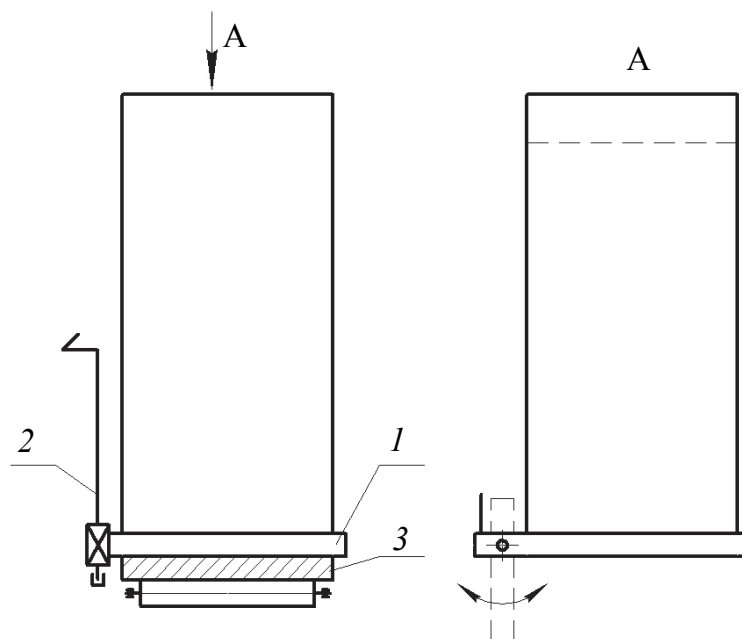
Яны таксама могуць лёгка перастаўляцца ў канаўкі дугападобнага сектара, устаноўленага на барабане 1 на патрабаваную шырыню рэзу, а адпаведна, і размер блока. Пры папярочным рэзе, як і пры падоўжным, на тарцах масіву застаецца некандыцыйны пласт. Схема яго з'ёму паказана на рыс. 4.35.



Рыс. 4.34. Кінематычная схема прываду струн

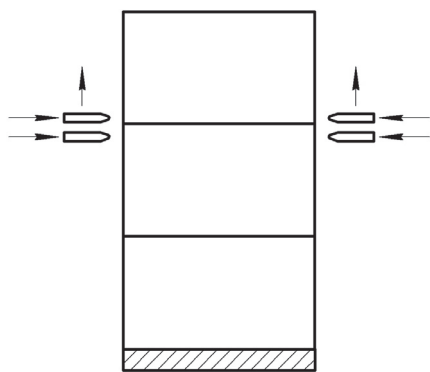
Механізм з'ёму ўключае нож 1, замацаваны да паваротнага рычага 2. Нож уяўляе сабой стальную паласу шырынёй каля 50 мм і таўшчынёй 3–5 мм.

У зыходным становішчы ён размяшчаецца паралельна масіву. Пры спыненні насупраць нажа ён паварочваецца на 90° і ўваходзіць паміж масівам і паддонам 3. Пры зваротным руху нож цягне за сабой і скідае ў адходы падрэзаны пласт.



Рыс. 4.35. Схема з'ёму тарцовага пласта

Адкалібраваны з усіх бакоў і разрэзаны на асобныя блокі масіў разам з паддонам маставым кранам са спецыяльнымі захопамі ўстанаўліваецца на аўтаклаўныя ваганеткі. Звычайна на кожнай з іх размяшчаецца па тры масівы. Пасля тэрмавільготнай апрацоўкі зацвярдзелыя масівы выгружаюцца з аўтаклава. З-за невялікай таўшчыні рэзальнай струны і адсутнасці на ёй спіральнай навіўкі аказваецца, што ў час цвярдзення блокі зліпаюцца паміж сабой, асабліва на гарызантальных рэзах за кошт сілы цяжару. Для іх раздзялення патрабуецца дадатковы аграгат (рыс. 4.36).



Рыс. 4.36. Раздзяляльнік блокаў

Ён ўяўляе сабой раму з вертыкальна перамяшчаемай рамкай, на бакавых бэльках якіх размешчаны фіксатары. Яны выкананы з палімернага матэрыялу. На кожны рэз прыходзіцца чатыры фіксатары, размешчаныя папарна з двух бакоў. Адрыў блокаў пачынаецца з верхняга рэзу. Рамка спыняецца насупраць яго, і фіксатары прыціскаюцца гідрапнеўмацыліндрамі з двух бакоў да верхняга і ніжняга блокаў. Верхнія фіксатары падымаюцца ўверх, адрываючы зліплыя блокі. Аперацыя паўтараецца на ўсіх ніжэйшых рэзах.

Таварны стос блокаў здымаецца з паддона і маставым кранам з маніпулятарам падаецца на ўпакоўку. Зацвярдзелы некандыцыйны пласт, які застаўся на паддоне, разбураецца зубчастым ротарам і выдаляецца з яго скрабком. Ён адгружаецца на склад цвёрдых адходаў, дзе перапрацоўваецца на ўцяпляльнік або напаяльнік для сухіх тынковачых сумесей.

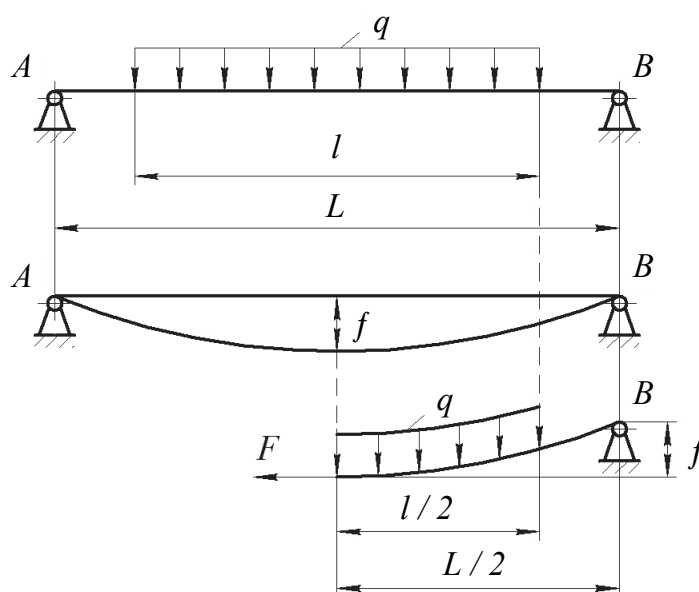
Падводзячы вынік па разглядзе рэзальных аграгатаў, можна адзначыць у якасці бяспрэчнай перавагі высокую якасць сценавых блокаў, выпускаемых на новых тэхналагічных лініях. Аднак іх выкарыстанне характарызуецца вялікімі капітальнымі і эксплуатацыйнымі расходамі.

4.2.4. Разлік рэзальнай струны

Струна – гэта спецыфічны рэзальны орган, які выкарыстоўваецца ў абмежаваных выпадках. Такім з’яўляецца якраз рэзанне газасілікатнага масіву. Якой бы кароткай ні была струна – пры пераадоленні супраціўлення масіву яна будзе прагінацца. Змяненне

прагін у можна дасягнуць пры павелічэнні нацяжэння струны. Яно таксама не бязмежнае, паколькі вызначаецца трываласцю рэзальнага органа. Таму разлік струны заключаецца ў правярцы яе ўмоў трываласці.

Рэзальная струна разлічваецца па правілах гнуткай ніткі. Яна з'яўляецца статычна нявызначанай сістэмай і працуе на расцяжэнне. Разліковая схема струны прадстаўлена на рыс. 4.37.



Рыс. 4.37. Разліковая схема для струны

Статычна нявызначаная сістэма рашаюцца метадам разрэзкі струны на дзве роўныя часткі. Уздзеянне адкінутае часткі замяняецца шукаемай сілай F – расцяжэння струны.

Для вызначэння сілы расцяжэння складзём ураўненне момантаў часткі, якая засталася, адносна пункта B – $\sum M_B = 0$:

$$Ff - \frac{ql}{2} \left(\frac{L}{2} - \frac{L}{4} \right) = 0, \quad (4.20)$$

дзе f – прагін струны; q – раўнамерна размеркаваная нагрузка на струну з боку масіву; l – даўжыня масіву; L – даўжыня струны.

З ураўнення (4.20) вызначым невядомую сілу:

$$F = \frac{ql(2L - l)}{8f}. \quad (4.21)$$

Напружанне ў струне, якое ўзнікае пры яе расцяжэнні,

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{ql(2L-l)}{8fS}, \quad (4.22)$$

дзе S – плошча папярочнага сячэння струны, $S = \pi d^2/4$; d – дыяметр струны.

Раўнамерна размеркавальная нагрузка q залежыць ад супраціўлення рэзанню, на якое, у сваю чаргу, аказвае ўплыў трываласць масіву. Эксперыментальна ўстаноўлена сувязь паміж двума апошнімі параметрамі:

$$R = k\sigma_m^{1,2}, \quad (4.23)$$

дзе R – супраціўленне рэзанню; k – эмпірычны каэфіцыент; σ_m – трываласць масіву.

Каэфіцыент k залежыць ад дыяметра струны. Пры павелічэнні дыяметра ад 0,5 мм да 1,5 мм указаны каэфіцыент зніжаецца ад $k=8,0$ да $k=5,3$. Пластычная трываласць масіву перад рэзкай складае $\sigma_m=30-80$ кПа.

Супраціўленне рэзанню

$$R = \frac{F_p}{S_p} = \frac{F_p}{ld}, \quad (4.24)$$

дзе F_p – сіла рэзання (ціску струны на масіў); S_p – плошча рэзу.

Раўнамерна размеркавальная нагрузка

$$q = \frac{F_p}{l}. \quad (4.25)$$

Калі вызначыць сілу рэзання F_p з формул (4.24) і (4.25), то атрымаем:

$$q = Rd = k\sigma_m^{1,2}d. \quad (4.26)$$

З улікам (4.26) умовы трываласці струны (4.22) можна запісаць ў выглядзе

$$\sigma_c = \frac{k\sigma_m^{1,2}l(2L-l)}{2\pi df} \leq [\sigma_c], \quad (4.27)$$

дзе $[\sigma_c]$ – дапушчальныя напружанні на расцяжэнне струны.

Па формуле (4.27) можна праверыць на трываласць струну або разлічыць яе дыяметр ці максімальны прагін пры астатніх вядомых параметрах.

4.2.5. Разлік магутнасці прываду рэзальнай машыны

Для агрэгатаў, якія разразаюць масіў метадам праціскання нерухомымі струнамі, разлік магутнасці даволі просты. Для гэтага трэба разлічыць рухальную сілу, якая павінна быць большаю за сілу супраціўлення заглыблення струны ў масіў (сілу рэзання): $F \geq F_p$.

Згодна з формулай (4.23), для ўсіх струн

$$F_p = k\sigma_m^{1,2}ldz, \quad (4.28)$$

дзе z – колькасць струн

Магутнасць, затрачваемая на разрэзку працісканнем,

$$N_1 = k\sigma_m^{1,2}ldvz, \quad (4.29)$$

дзе v – хуткасць перамяшчэння рэзальнай машыны.

Акрамя гэтага, трэба ўлічыць супраціўленне руху самога агрэгата. Калі ён перамяшчаецца на хадавых колах, то складовая магутнасць на яго пераадоленне N_2 разлічваецца па аналогіі з арматурна-намотачнай машынай (п. 3.2.8, кн. 1).

Агульная магутнасць

$$N = N_1 + N_2. \quad (4.30)$$

Некалькі складаней разлічыць магутнасць прываду струн пры зваротна-паступальных рухах. Тут неабходна, як і ў лістафармавальнай машыне (падроздз. 2.4, кн. 1), звярнуцца да метаду абходу па контуры. Разліковая схема для яго рэалізацыі паказана на рыс. 4.38.

Методыка разліку будзе складзена з дапушчэннем, што струна і прывадны тросік (рыс. 4.24) уяўляюць сабой адзінае цэлае з аднолькавым папярэднім нацяжэннем.

Метад абходу па контуры запазычаны з разліку пад'ёмна-транспартных машын, у прыватнасці разнастайных транспарцёраў. Ён заключаецца ў тым, што спачатку задаецца папярэдняе нацяжэнне троса, а затым да яго дадаецца супраціўленне руху ў кожным пункце замкнёнага контуру і вызначаецца цягавое намаганне для яго пераадолення.

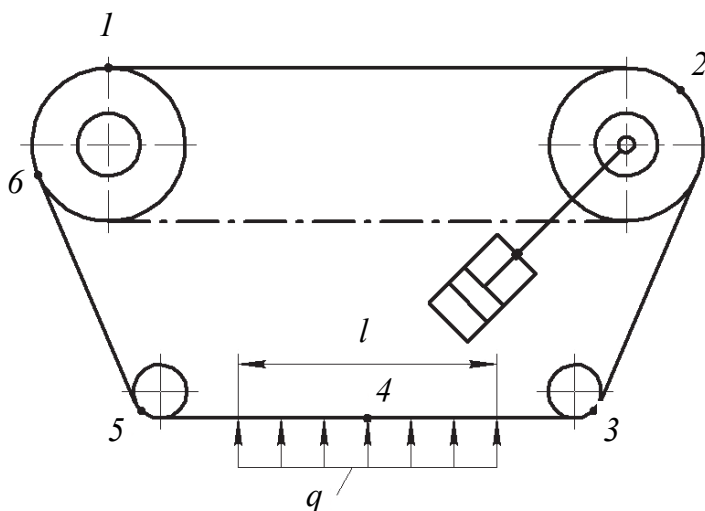


Рис. 4.38. Схема для разліку магутнасці прываду струн

Папярэдняе нацяжэнне троса з дапамогай гідрацыліндра ў пункце 1 можна прыняць роўным нацяжэнню струны, разлічанаму па формуле (4.21): $F_1 = F$. Далей вызначым супраціўленне ў кожным наступным пункце і цягавае намаганне T_i для яго пераадолення. Паколькі дыяметры барабанаў і накіравальных роляў блізкія да дыяметраў іх цапфаў і вага гэтых элементаў невялікая, то па аналогіі з лістафармавальнай машынай іх супраціўленнем руху можна лічыць каэфіцыент супраціўлення $k = 0,05-0,06$.

Тады нацяжэнне ў наступным пункце будзе

$$F_{i+1} = F_i(1 + k). \quad (4.31)$$

Адрозным з'яўляецца толькі пункт 4, дзе пераадольваецца сіла трэння струны аб сумесь. Цягавае намаганне для яго пераадолення разлічваецца па формуле

$$T_4 = qlf, \quad (4.32)$$

дзе q – раўнамерна размеркавальная нагрузка, разлічваемая па формуле (4.26); l – размер разразаемага масіву; f – каэфіцыент трэння металу аб бетон, які прымаецца $f = 0,4-0,5$.

У дадзеным выпадку не ўлічваецца зрэз масіву за адзін праход струны. Гэта абумоўлена тым, што хуткасць руху струны значна вышэйшая за хуткасць яе пранікнення (праціскання) і вышыня зразаемага пласта будзе зусім малой.

Усё адзначанае вышэй прайлюструем у выглядзе ўраўнення, па якіх вызначаецца нацяжэнне троса і струны ва ўсіх пунктах замкнёнага контуру.

$$\begin{aligned}
F_2 &= F_1(1+k); \\
F_3 &= F_2(1+k); \\
F_4 &= F_3 + T_4; \\
F_5 &= F_4(1+k); \\
F_6 &= F_5(1+k).
\end{aligned}
\tag{4.33}$$

Сумарнае цягавае намаганне на прывадным барабане ад уздзеяння ўсіх струн у агульным выглядзе вызначаецца па формуле

$$F_c = (F_n - F_1)z_1, \tag{4.34}$$

дзе z_1 – колькасць струн; n – колькасць аналізуемых пунктаў.

Акрамя прывядзення ў рух струны, частка магутнасці затрачваецца на згінанне прывадных тросаў на барабанах і пераадоленне трэння ў іх падшыпніках.

Сіла, якая затрачваецца на згінанне тросаў на барабанах:

$$F_T = (F_n + F_1)z_2z_3c_T, \tag{4.35}$$

дзе z_2 – колькасць барабанаў (прывадны і нацяжны), звычайна $z_2 = 2$; z_3 – колькасць прывадных тросаў; c_T – каэфіцыент жорсткасці троса, звычайна $c_T = 0,002$.

Сіла, затрачваемая на пераадоленне трэння ў падшыпніках барабанаў:

$$F_{\Pi} = (F_n + F_1)z_2f_{\Pi} \sin \frac{\alpha}{2}, \tag{4.36}$$

дзе f_{Π} – прыведзены каэфіцыент трэння для падшыпнікаў; α – вугал ахопу барабана тросам, $\alpha = 120^\circ$.

Для падшыпнікаў слізгання $f_{\Pi} = 0,015-0,025$, для падшыпнікаў качэння $f_{\Pi} = 0,002-0,008$.

Агульнае намаганне на прывадным вале

$$F_{\Sigma} = F_c + F_T + F_{\Pi}. \tag{4.37}$$

Тады магутнасць, затрачваемая на прывядзенне ў рух рэзальных струн:

$$N = F_{\Sigma} v, \tag{4.38}$$

дзе v – хуткасць руху струн.

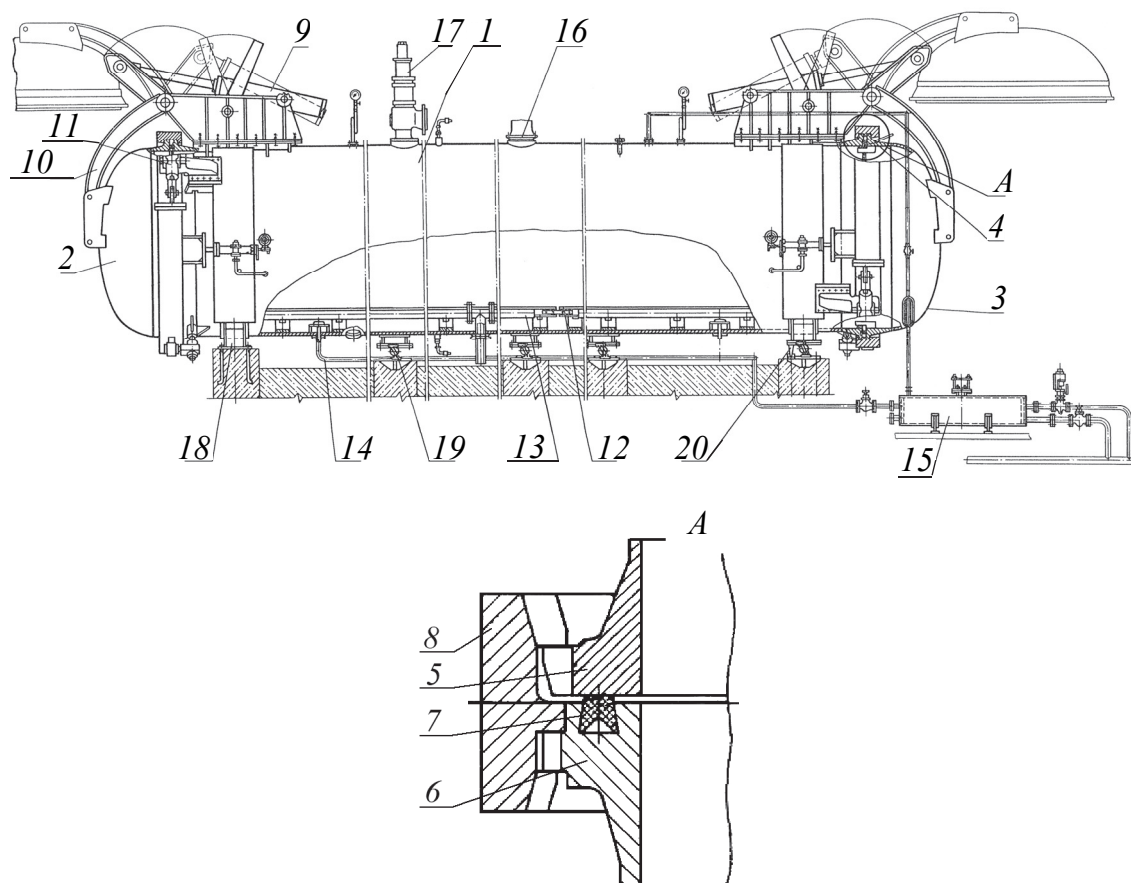
Відавочна, што для выбару рухавіка трэба разлічаную па формуле (4.38) магутнасць падзяліць на ККДз прываду.

4.3. Аўтаклаўная апрацоўка. Будова аўтаклаваў

Адметнай рысай вытворчасці ўсіх сілікатных вырабаў з'яўляецца наяўнасць аўтаклаўнай апрацоўкі. Яна характэрна як для сілікатнай цэглы, так і газасілікатнага бетону.

Цвярдзенне вапнякова-пясчанага раствору на паветры адбываецца з невялікай хуткасцю. У атмасферы вадзяной пары пры ціску 0,8–1,6 МПа і адпаведнай яму тэмпературы 174,5–203,0°C хуткасць утварэння гідрасілікатаў істотна павышаецца.

Аўтаклаў (рыс. 4.39) – гэта гарызантальная ёмістасць высокага ціску. У прамысловасці будаўнічых матэрыялаў выкарыстоўваюцца ў асноўным прахадныя аўтаклавы.



Рыс. 4.39. Аўтаклаў

Яны ўключаюць корпус 1, таўшчыня сценкі якога залежыць ад дыяметра і складае 14–20 мм. Корпус 1 закрываецца дзвюма эліптычнымі накрыўкамі 2 і 3 і фіксуецца баянэтным замком 4.

Ён складаецца з зубчастых фланцаў 5 корпуса 6 у накрыўкі, паміж якімі заціскаецца пракладка 7. Замыканне фланцаў ажыццяўляецца з дапамогай паваротнага зубчастага кальца 8. Прычым спачатку накрыўка 3 падводзіцца да корпуса і зубы яе фланца 6 праходзяць праз упадзіны зубоў кальца 8. Пасля гэтага баянэтнае кальцо 8 паварочваецца так, каб яго зубы зайшлі за зубы фланца 6 накрыўкі і зафіксавалі яе. Пад'ём і апусканне накрыўкі ажыццяўляецца гідрацыліндрам 9 з рычажнай сістэмай 10. Баянэтнае кальцо 8 паварочваецца двума гідрацыліндрамі 11.

Унутры аўтаклава зманціраваны рэйкі 12, па якіх перамяшчаюцца запарачныя ваганеткі з сілікатнымі вырабамі. Па яго дне ўкладзена цеплавая труба 13 з адтулінамі, праз якія падаецца пара. Утвораны кандэнсат зліваецца па трубе 14 праз спецыяльную прыладу 15. Пара выпускаецца праз трубаправод 16. На корпусе аўтаклава прадугледжаны перасцерагальны клапан 17 і ўстаноўлены прыборы для замеры тэмпературы, ціску і ўзроўню кандэнсату.

Аўтаклаў – гэта шматапорны апарат, але толькі адна апора 18 замацавана жорстка. Усе астатнія апоры 19, якіх звычайна восем, для кампенсацыі тэмпературных дэфармацый выкананы рухомымі ў выглядзе апорных ролікаў. На апошняй з іх 20 устаноўлена прылада, якая паказвае велічыню лінейнага расшырэння.

Поўны працэс аўтаклаўнай апрацоўкі складаецца з некалькіх стадый, працягласць якіх залежыць ад рабочага ціску пары. Напрыклад, пры яго значэнні $p = 0,8$ МПа загрузка і выгрузка аўтаклава ажыццяўляюцца на працягу 1 гадз. Закрыццё накрывак і пад'ём ціску займае 1,5 гадз, вытрымка пры максімальным ціску – 8 гадз і зніжэнне ціску – 1,5 гадз. У агульным цыкл тэрмавільготнай апрацоўкі сілікатных вырабаў доўжыцца 12 гадз. Пры павышэнні рабочага ціску працягласць асобных стадый і ўсяго цыкла змяняюцца.

Для зніжэння страт цеплавой энергіі пры заканчэнні асноўнага працэсу запаркі значную частку пары перапускаюць у другі, толькі што загружаны аўтаклаў. Паколькі час перапускання абмежаваны, то яго заканчваюць пры ціску $p = 0,4\text{--}0,5$ МПа ў аўтаклаве-прыёмніку. Выпуск пары ў атмасферу пачынаецца пры ціску 0,2–0,3 МПа. Накрыўкі аўтаклава можна адкрываць толькі пасля рэгламентаванага значэння ціску ўнутры, які не павінен перавышаць 0,004 МПа.

Нягледзячы на знешнюю прастату, аўтаклаў з'яўляецца адным з самых небяспечных агрэгатаў у вытворчасці будаўнічых матэрыялаў і вырабаў. Ён патрабуе строгага выкарыстання норм і правілаў тэхнікі бяспекі пры эксплуатацыі і рамонце. Усе работы, звязаныя з аўтаклавам, падлягаюць кантролю Дзяржпрамнагляду.

Небяспечнае і надзейнае абслугоўванне аўтаклаваў дасягаецца рознымі сістэмамі блакіровак і сігналізацый. Яны павінны забяспечыць немагчымасць падачы пары ўнутр корпуса пры незакрытай накрыўцы, немагчымасць павароту баянэтнага кальца пры ціску ў аўтаклаве больш за 0,004 МПа і адкрыццё накрывак пры такім жа ціску.



АБСТАЛЯВАННЕ ДЛЯ ВЫТВОРЧАСЦІ ВЫРАБАЎ З ГІПСУ

Асноўнымі вырабамі з гіпсу з’яўляюцца гіпсакардонныя лісты і пліты для ўнураных перагародак. У апошні час гэтыя пліты вырабляюцца са злучэннем шып – паз, так званыя пазагрэбневыя пліты. Акрамя таго, з гіпсу яшчэ могуць вырабляцца розныя дэкаратыўныя і акустычныя пліты. Асабліва сць вытворчасці вырабаў з гіпсу заключаецца ў тым, што ўвесь тэхналагічны працэс можна падзяліць на тры стадыі: падрыхтоўка сумесі, фармоўка, сушка. Так, менавіта сушка для вырабаў, у якіх у якасці вяжучага матэрыялу выкарыстоўваецца гіпс.

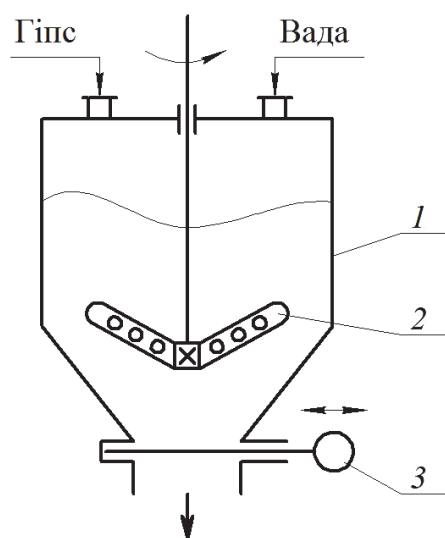
5.1. Машыны для падрыхтоўкі гіпсавай масы

Гіпсавыя вырабы фармуюцца з пастападобнай сумесі з масавымі суадносінамі цвёрдае – вада 1 : 1. У якасці дабавак могуць выкарыстоўвацца пілавінне, пясок (запаўняльнікі), а таксама розныя валакністыя матэрыялы: шкловалакно, цэлюознае валакно. Гэтыя валакністыя матэрыялы выконваюць у гіпсавых вырабах функцыі арматуры.

Паколькі гіпс цвярдзее на працягу некалькіх (5–8) хвілін і схільны да наліпання на рабочыя органы абсталявання, то да мяшалак прад’яўляюцца спецыфічныя патрабаванні:

- яны павінны быць невялікіх размераў;
- у іх не павінна быць застойных зон;
- рабочы орган павінен рухацца з высокай часцінёй: $n = 200 - 300 \text{ хвіл}^{-1}$, а ў асобных выпадках і да 1000 хвіл^{-1} .

Для зніжэння наліпання рабочы орган, па магчымасці, можа выконвацца з палімернага матэрыялу (гума, пластмаса). Найлепшым з гэтага пункту гледжання з’яўляецца фтарапласт.



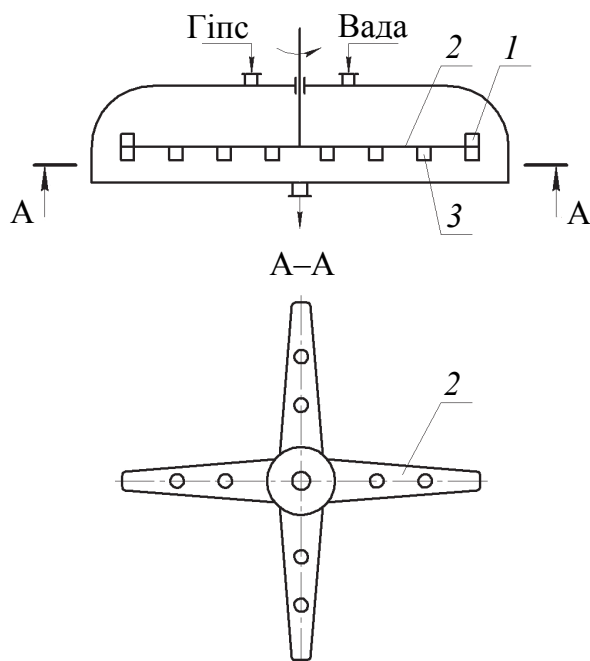
Рыс. 5.1. Гіпсамяшалка
цыклічнага дзеяння

Увогуле перамешвальныя аграгаты падзяляюцца на гіпсамяшалкі цыклічнага і няспыннага дзеяння. Цыклічныя мяшалкі (рыс. 5.1) выкарыстоўваюцца, звычайна, у малатанажнай вытворчасці, напрыклад пры фармаванні дэкаратыўных пліт у індывідуальных стацыянарных формах.

Гэта даволі прасты апарат, які ўключае корпус 1, перамешвальны орган 2 і шыбер 3 у ніжняй частцы.

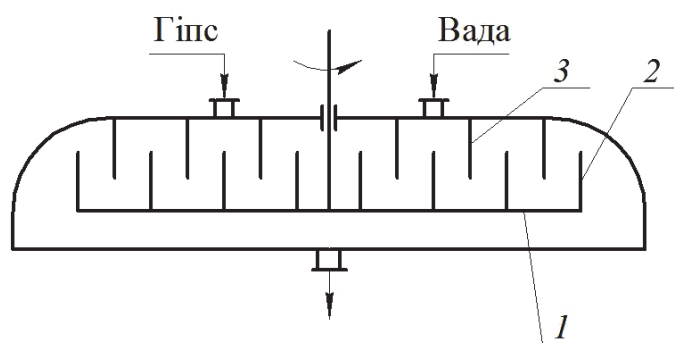
Найрасцейшая гіпсамяшалка няспыннага дзеяння, забяспечаная рабочым органам у выглядзе крыжа, паказана на (рыс. 5.2).

Яна складаецца з корпуса 1, перамешвальнага рабочага органа 2 з пальцамі 3. Загрузка кампанентаў ажыццяўляецца зверху. Пасля інтэнсіўнага перамешвання сумесь няспынна выдаецца праз ніжні штуцар корпуса.



Рыс. 5.2. Гіпсамяшалка няспыннага дзеяння

Больш эфектыўнае перамешванне ажыццяўляецца ў гіпсамяшалках дысэмбратарнага тыпу (рыс. 5.3), якімі аснашчаюцца ўсе сучасныя фармавальныя аграгаты.



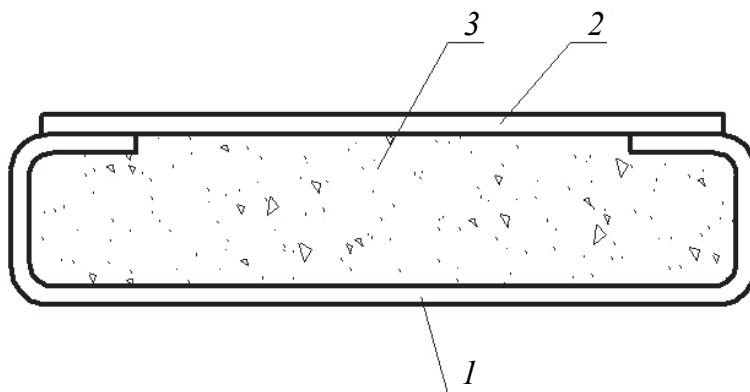
Рыс. 5.3. Гіпсамяшалка дысmembратарнага тыпу

Дысmembратарная мяшалка забяспечана рабочым органам у выглядзе ротара *1* з замацаванымі на ім пальцамі *2*. Такія ж пальцы *3* статычна ўстаноўлены на накрывуцы. У такой гіпсамяшалцы наогул адсутнічаюць застойныя зоны і рэалізуецца вельмі інтэнсіўнае перамешванне. Больш за тое, тут, як і ў здрабняльнага дысmembратара, дадаткова адбываецца разбурэнне агламератаў гіпсавага вязучага. Сумесь з разглядаемай мяшалкі выводзіцца праз адзін або два патрубкі.

5.2. Агрэгаты для фармавання гіпсакардонных лістоў

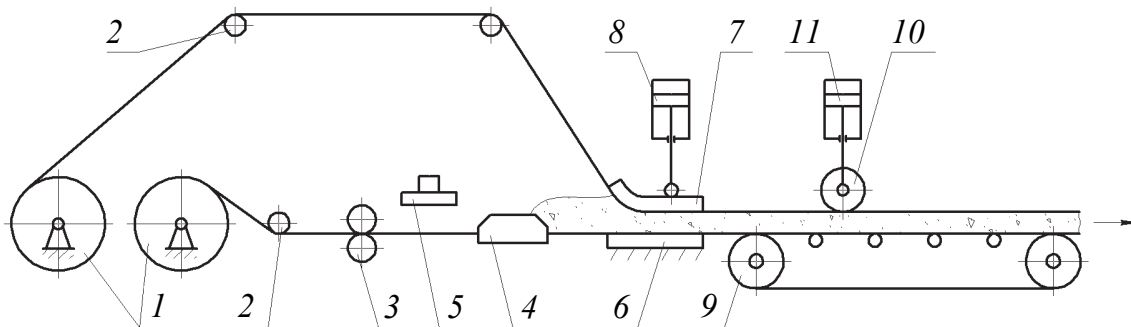
Вытворчасць гіпсакардонных лістоў – гэта адзін з высокамеханізаваных працэсаў па выпуску гіпсавых вырабаў. Гіпсакардонны ліст фармуецца ў выглядзе няспыннай паласы з папярочным сячэннем, паказаным на рыс. 5.4. Яго структура ўключае два кардонныя лісты – ніжні *1* і верхні *2*, паміж якімі знаходзіцца гіпсавая маса *3*.

Шырыня фармуемага ліста, як правіла, – 1,2 м, а таўшчыня – 8–12 мм. Зацвярдзелая паласа разразаецца на лісты патрабуемай даўжыні, пераважна па 3 м.



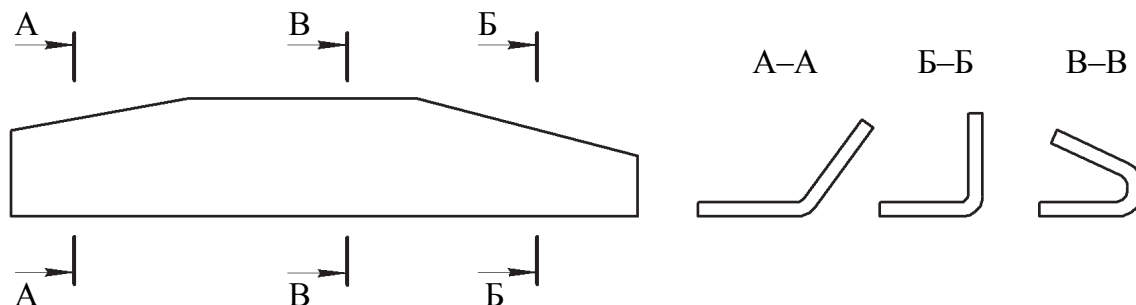
Рыс. 5.4. Гіпсакардонны ліст

Усё сказанае вышэй сведчыць аб тым, што задача фармавання гіпсакардонных вырабаў заключаецца ў падрыхтоўцы верхняга і ніжняга лістоў, увядзенні паміж імі гіпсавай масы і злучэнні іх паміж сабой. Прадыктаваныя тэхналогіяй аперацыі ажыццяўляюцца на фармавальным аграце, паказаным на рыс. 5.5.



Рыс. 5.5. Схема аграці для фармавання гіпсакардонных лістоў

Рулоны кардону 1 устанаўліваюцца на восях. Ніжні і верхні лісты праходзяць праз шэраг адхіляльных ролікаў 2. На ніжнім лісце на месцах згін уводзіцца так званая падрэзка. Раней яна ажыццяўлялася тонкімі прываднымі шліфавальнымі кругамі. Зараз гэта дзве пары беспрывадных ролікаў 3. Па акружнасці ніжніх ролікаў зроблена канаўка, а верхніх – выступ (шып). За кошт пратэктарнай пласціны паміж такімі ролікамі кардон папярэдне дэфармуецца ў месцах згін. Пры гэтым вугал згінання ніжняга ліста набліжаецца да прамога з мінімальным радыусам закруглення. Прылада для згінання 4 уяўляе сабой статычную пласціну, якая змяняе свой профіль па ходзе руху ліста (рыс. 5.6).



Рыс. 5.6. Схема прылады для згінання ліста

На ніжні ліст з загнутымі краямі з мяшалкі 5 падаецца гіпсавая маса. Краі абодвух лістоў папярэдне змазваюцца клеем. У такім

стане яны паступаюць у канал, утвораны ніжняй 6 і верхняй 7 плітамі. Пры гэтым гіпсавая маса ўшчыльняецца, і лісты склейваюцца паміж сабой. Змена размеру канала, а адпаведна, і таўшчыні ліста ажыццяўляецца з дапамогай гідрацыліндра 8. Сфармаваны гіпсакардонны ліст перамяшчаецца па стужкавым транспарцёры і па ходзе руху цвярдзее.

Пры пачатку работы з новымі лістамі кардону сфармаваны выраб для надання яму руху прыціскаецца гумавымі ролікамі (коламі) 10 з дапамогай гідрацыліндра 11 або нейкага другога механізма. У час стабільнай работы гіпсакардонны ліст за кошт сілы трэння ўтрымліваецца і перамяшчаецца стужкавым транспарцёрам 9. У выніку бачна, што фармавальны агрэгат не мае асобнага прываду, а ўсе яго валкі і роlíкі набываюць вярчэнне ад прываднога рухавіка транспарцёра.

У якасці найважнейшых характарыстык працэсу фармавання можна назваць тое, што лісты кардону маюць таўшчыню 0,4–0,6 мм, іх разрыўное намаганне складае 5 кН. Хуткасць руху кардону, а адпаведна, і фармавання ў цэлым дасягае 50 м/хвіл (сярэдняя 30 м/хвіл). Даўжыня стужкавага канвеера можа складаць да 100 м. У канцы яго ўстаноўлены нож, напрыклад вярчальны, які разразае зацвярдзелую гіпсавую паласу на асобныя лісты даўжынёй 1,2–10,0 м.

Разрэзаныя гіпсакардонныя лісты спецыяльным роlíкавым разгрузачным мосцікам перадаюцца ў шмат'ярусную тунэльную сушылку. Колькасць ярусаў (роlíкавых транспарцёраў) у сушылцы звычайна 6–12. На ўваходзе ў яе тэмпература сушыльнага агента дасягае 170°C, на выхадзе – 100°C. Час сушкі складае каля адной гадзіны. Пасля сушкі можа праводзіцца дадатковая тарцоўка (абрэзка) лістоў з наступнай іх упакоўкай і адгрузкай на склад.

5.3. Устаноўкі для фармавання пазагрэбневых пліт

Даволі распаўсюджаным вырабам з гіпсу з'яўляюцца пліты для ўнутраных перагародак. Іх размер у асноўным складае 670×500×(60–100) мм. Маса найбольш распаўсюджанай з іх размерам 666×500×80 мм блізкая да 20 кг. Выпускаюцца таксама і пустацелыя пліты з пустотнасцю да 35%. Іх габарыты крыху большыя як 600×1200 мм. Пры гэтым таўшчыня змяняецца ў межах 80–300 мм.

Характэрнай асаблівасцю сучасных перагародачных пліт з'яўляецца наяўнасць пазагрэбневага замка. Таму і пліты пачалі называцца пазагрэбневымі. Па ўсім перыметры пліты на кожнай з процілеглых граней выкананы пазы і выступы (грэбені). У час мантажу грэбень уваходзіць у паз і за кошт высокай дакладнасці размераў забяспечвае надзейнасць фіксацыі кожнай пліты. Пры гэтым адпадае неабходнасць у выкарыстанні дадатковых сувязей з металу для павышэння жорсткасці будаўнічых канструкцый.

Устаноўка для вырабу пазагрэбневай пліты ўключае два асноўныя элементы: гіпсамяшалку і фармавальны вузел (рыс. 5.7).

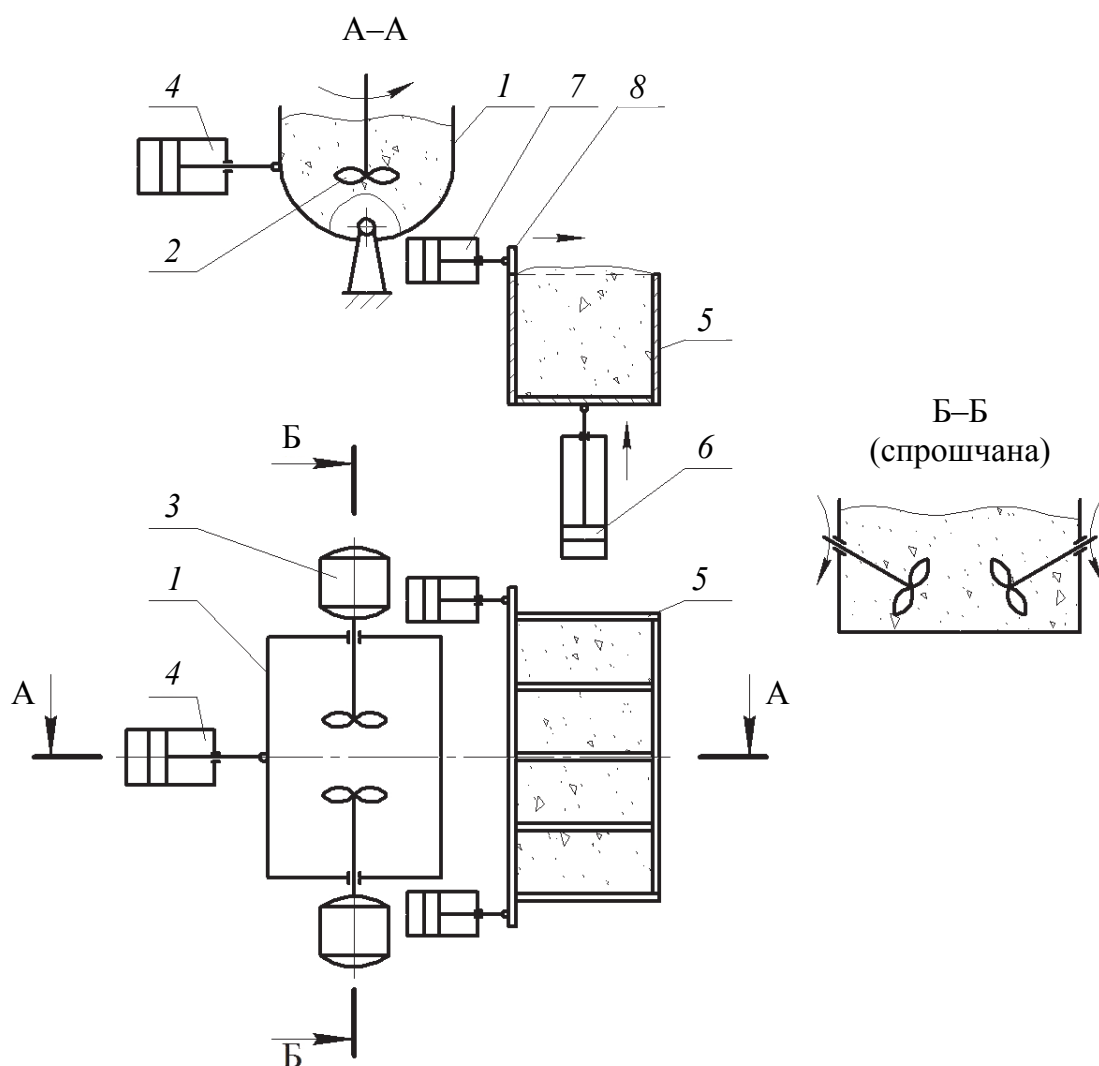


Рис. 5.7. Устаноўка для фармавання пазагрэбневых пліт

У перамешвальны агрегат уваходзіць гарызантальны паваротны корпус 1, з тарцоў якога пад нахілам устаноўлены дзве

мяшалкі 2 з прывадамі 3. Ён можа паварочвацца вакол восі з дапамогай гідрацыліндра 4. Гэта гіпсамяшалка цыклічнага дзеяння. З бункера праз дазатар у яе падаецца гіпс, а праз спрынклерную трубку, устаноўленую ўздоўж корпуса, – вада. Пасля заканчэння цыкла перамешвання корпус 1 паварочваецца, і сумесь выліваецца ў форму 5.

Форма 5 вельмі падобная на касетную ўстаноўку, якая выкарыстоўваецца ў вытворчасці жалезабетонных вырабаў. У ёй ёсць жорстка злучаныя (звараныя) бакавыя барты і раздзяляльныя перагародкі з утварэннем поласцей (форм) паміж імі. Такіх форм можа быць да 50, але часцей абмяжоўваюцца колькасцю ў 30 шт. А вось дно форм рухомае. Яно перамяшчаецца па вертыкалі гідрацыліндрам 6.

Запоўненыя сумессю формы вытрымліваюць некалькі хвілін да набору патрэбнай трываласці. У канцы гэтай стадыі з дапамогай гідрацыліндра 7 перамяшчаецца нож 8, які наразае грэбень па верхняй грані пліты і выдаляе з яе рэшткі сумесі. Усе астатнія пазы і грэбені фармуюцца за кошт адпаведных выступаў і ўпадзін у бартах і дне формы. Апошняя аперацыя стадыі фармавання заключаецца ў выштурхоўванні пліт гідрацыліндрам 6 на ўзровень стала. У сучасных канструкцыях фармавальных устаноў для гэтай мэты выкарыстоўваецца некалькі гідрацыліндраў, кожны з якіх падымае да шасці пліт.

Пасля гэтага спецыяльнымі захопамі пліты здымаюцца і перастаўляюцца на сушыльныя ваганеткі. Сушка ажыццяўляецца ў тунэльных сушылках пры такіх жа рэжымах, як і гіпсакардонных лістоў.

Гатова прадукцыя праходзіць стадыю ўпакоўкі і накіроўваецца для складзіравання.



АБСТАЛЯВАННЕ ДЛЯ ВЫТВОРЧАСЦІ ШКЛА І ШКЛАВЫРАБАЎ

Шклом называецца любое аморфнае цела, якое атрымліваецца шляхам пераахладжэння расплаву і якое валодае ў выніку паступовага павелічэння вязкасці механічнымі ўласцівасцямі цвёрдых цел. Асновай сучасных будаўнічых, хімічных, бытавых і іншых вырабаў са шкла з'яўляюцца аксіды, дыаксіды і солі, сумесь якіх называецца шыхтай. Галоўны кампанент шыхты – гэта дыаксід крэмнію SiO_2 , або крэменязём, у прыродзе часцей за ўсё сустракаецца ў складзе кварцавага пяску. Хімічны склад вапна-натрыевага шкла блізкі да $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$.

6.1. Агляд тэхналогіі вытворчасці шкла

У агульным выпадку можна вылучыць наступныя стадыі вытворчасці шкла і шклавырабаў:

- 1) падрыхтоўка шыхты;
- 2) варэнне шкла;
- 3) фармоўка вырабаў;
- 4) тэрмічная апрацоўка;
- 5) механічная апрацоўка;
- 6) упакоўка.

Найбольшую цікавасць з пункту гледжання інжынера-механіка ўяўляе стадыя фармавання вырабаў. Тут прадстаўлены шырокія разнастайныя спосабы атрымання вырабаў і тэхналагічнага абсталявання.

6.1.1. Падрыхтоўка шкляной шыхты

Сыравінныя матэрыялы ў вытворчасці шкла можна ўмоўна падзяліць на асноўныя і дапаможныя. Да першых адносяць

рэчывы, якія служаць для ўвядзення ў шкламасу аксідаў і дыаксідаў і ўдзельнічаюць у працэсе шклоўтварэння. Дапаможныя сыравінныя матэрыялы выкарыстоўваюцца для афарбоўвання, глушэння (надання шкле непразрыстасці), паскарэння варэння шкла і паляпшэння якасці шкламасы.

Кварцавы пясок – галоўны кампанент прамысловага шкла. Яго ўтрыманне ў шыхце складае 55–75%. Крыніцай крэменязёму могуць быць і іншыя мінералы (пяшчанікі, кварцыты). Кварцавы пясок змяшчае больш за 95% SiO_2 і малую колькасць афарбоўальных дамешкаў (у асноўным аксідаў металаў). Крэменязём павялічвае вязкасць шкламасы, паскарае працэс фармавання, павышае механічныя і тэрмічныя ўласцівасці шкла.

Na_2O з’яўляецца асноўным матэрыялам для ўводу ў шкло аксіду натрыю. Як правіла, у шкловарэнні ўжываюць бязводную (кальцыніраваную) соду Na_2CO_3 . Таксама магчыма выкарыстанне сульфату натрыю Na_2SO_4 . Аднак для палягчэння яго раскладання на аксід і лятучыя прадукты ў шыхту патрабуецца ўводзіць вуглярод. Для гэтага выкарыстоўваюцца кокс, драўняны вугаль, пілавінне ў колькасці 6–7% ад масы сульфату натрыю. Na_2O паскарае шклоўтварэнне і паніжае тэмпературу варэння, аднак павышае каэфіцыент цеплавога пашырэння і зніжае тэрмічную і хімічную ўстойлівасць шкла.

Аксід кальцыю ўводзіцца ў шкло з вапняком або мелям, утрыманне CaCO_3 у якіх дасягае 98%. Ужо пры тэмпературы 500°C CaCO_3 пачынае раскладацца на CaO і CO_2 , аксід кальцыю ўступае ў рэакцыі з SiO_2 таксама пры параўнальна нізкіх тэмпературах, што з тэхналагічнага пункту гледжання вельмі зручна. Аксід кальцыю з’яўляецца адным з найважнейшых кампанентаў шыхты. Ён павышае хімічную ўстойлівасць шкла, паніжае тэмпературу плаўлення, спрыяе асвятленню шкламасы.

Для ўводу ў склад шкла аксіду магнію выкарыстоўваецца даламіт (магnezіт) $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$. Гэты прыродны мінерал у чыстым выглядзе змяшчае прыкладна пароўну вуглякіслага магнію і калію. У працэсе варэння даламіт раскладаецца па рэакцыі



Аксід магнію зніжае схільнасць шкла да крышталізацыі, павышае паверхневае нацяжэнне, што асабліва важна пры выпрацоўцы ліставага шкла, а таксама паскарае цвярдзенне шкламасы.

Вышэйпералічаныя злучэнні з'яўляюцца агульнапрынятымі для вытворчасці ўсіх відаў прамысловага шкла. У спецыфічных вытворчасцях могуць выкарыстоўвацца і іншыя кампаненты, прычым склад шыхты можа вельмі істотна адрознівацца. Напрыклад, пры вытворчасці крышталю і аптычнага шкла для паляпшэння каляровых якасцей і празрыстасці ў шыхту ўводзяць аксід калію K_2O і аксід цынку ZnO . Пры вытворчасці хіміка-лабараторнага шкла для павышэння хімічнай стойкасці і тэмпературы плаўлення і памяншэння цеплавога пашырэння выкарыстоўваецца дыаксід цырконію ZrO_2 . Прычым яго ўтрыманне ў шыхце можа дасягаць 10% і больш.

Яшчэ адным абавязковым кампанентам шыхты з'яўляецца шкляны бой. Акрамя неабходнасці выкарыстання адходаў вытворчасці і ўтылізацыі другаснай сыравіны, увядзенне ў шыхту да 40% шклабою зніжае тэмпературу плаўлення, што значна паскарае працэс варэння шкла.

Прымяненне дадатковых матэрыялаў звязана ў асноўным з атрыманнем шкла пэўнага колеру. У якасці фарбавальнікаў выкарыстоўваюць злучэнні розных металаў. У працэсе варэння яны або раствараюцца ў шкле, або раўнамерна размяркоўваюцца ў шкламасе ў выглядзе калоідных часціц. Першыя называюцца малекулярнымі фарбавальнікамі, а другія – калоіднымі. Таксама на колер шкла ўплываюць умовы варэння, склад асноўнага шкла і атмасфера печы (акісляльная або аднаўленчая). Найбольш часта ўжываюць злучэнні марганцу, кобальту, хрому, нікелю.

Акрамя фарбавальнікаў, у працэсе варэння могуць выкарыстоўвацца таксама абясколервальнікі, акісляльнікі і аднаўляльнікі, глушыцелі (атрыманне непразрыстага шкла), асвятляльнікі (выдаленне са шкламасы бурбалак), паскаральнікі варэння.

Увогуле можна адзначыць, што чым вышэйшае ўтрыманне патрабуемага матэрыялу ў прыродным мінерале і чым ніжэйшае ўтрыманне дамешкаў (у прыватнасці, аксіды жалеза), тым вышэйшая якасць шкла.

Тэхналагічная схема падрыхтоўкі шкляной шыхты з найбольш часта выкарыстоўваемымі кампанентамі прадстаўлена на рыс. 6.1.

Шыхту падрыхтоўваюць на тэхналагічных лініях, якія складаюцца з размешчаных у шэраг расходных бункераў *1* з сыравіннымі матэрыяламі, аўтаматычных сілкавальнікаў, вагаў для адвешвання кампанентаў, размешчаных пад кожным бункерам,

і стужкавага транспарцёра, які рухаецца пад вагамі і перадае адвешаныя кампаненты ў змяшальнік 8. Пры неабходнасці ў схему могуць уключацца здрабняльныя аграгаты: шчокавыя 2, малатковыя драбілкі 5, дэзінтэгратар 6, вібрацыйныя барабанныя грохаты 4, барабанныя сушылкі 3. Для падрыхтоўкі пяску і шклабой традыцыйна выкарыстоўваюцца спіральныя гідракласіфікатары 7.

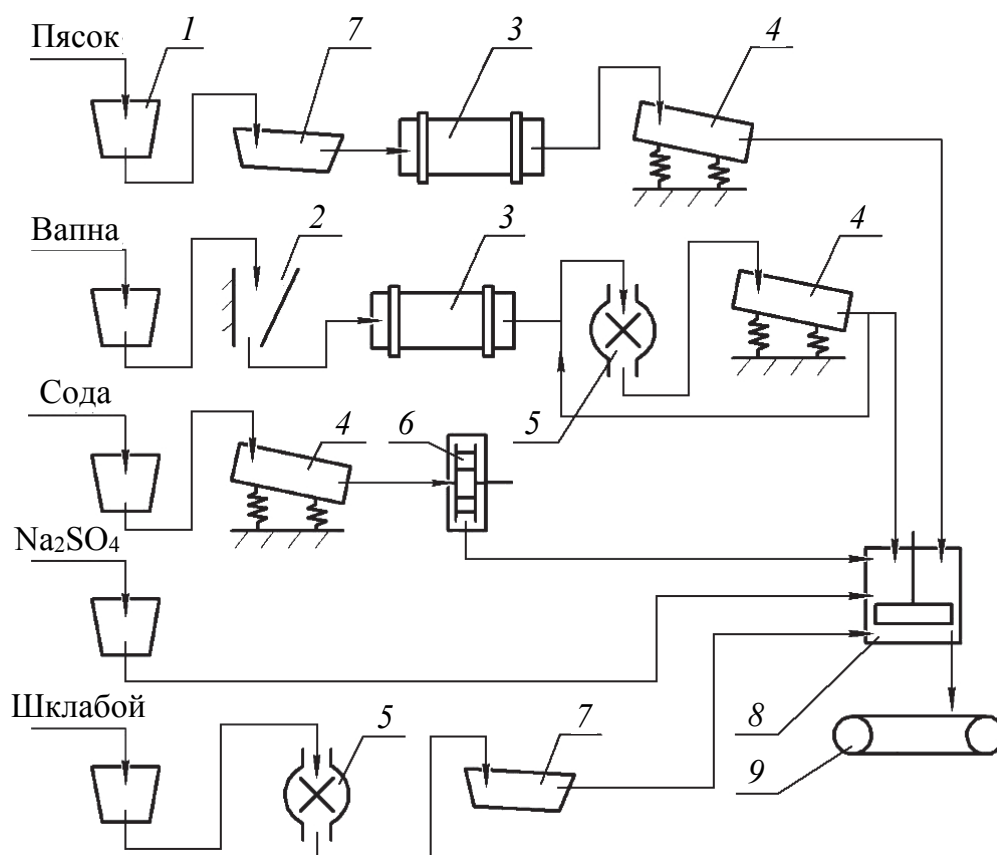


Рис. 6.1. Тэхналагічная схема падрыхтоўкі шыхты

Галоўная задача на гэтай стадыі – атрыманне гамагеннай сумесі з дакладным утрыманнем усіх кампанентаў. Кварцавы пясок здрабняюць да буйнасці 0,15–0,40 мм, шклабой – да 10 мм. Для паскарэння растварэння шчолачных кампанентаў шыхты ў яе дадаюць вадз з тэмпературай 50–55°C, даводзячы да вільготнасці 4–5%. Для змяшэння кампанентаў ужываюць часцей за ўсё ротарныя змяшальнікі, а таксама ротарна-планетарныя, талеркавыя, рэдка – гравітацыйныя.

Шыхту ад змяшальнікаў да расходных бункераў ванных печаў транспартуюць стужкавымі канвеерамі 9 або пнеўматранспартам.

На ўсіх сучасных заводах падрыхтоўка шыхты аўтаматызаваная. Абавязковым элементам схемы з'яўляецца магнітная сепарацыя.

6.1.2. Варка шкла

Для падачы шыхты ў печ выкарыстоўваецца механічная прылада-загрузальнік шыхты. Як правіла, у сувязі з вялікім рабочым аб'ёмам шклаварных печаў усталёўваецца некалькі загрузальнікаў, каб забяспечыць загрузку матэрыялу ў некалькіх месцах.

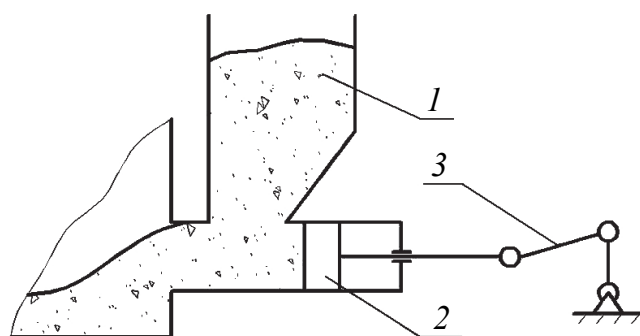


Рис. 6.2. Загрузальнік шыхты

Для шклаварных печаў невялікай прадукцыйнасці ўжываюць плунжэрныя загрузальнікі (рис. 6.2).

Сілкаванне печы шыхтай тут адбываецца пры дапамозе плунжара 2, які здзяйсняе зваротна-паступальныя рухі ад крывашыпна-шатуннага механізма 3.

Пры руху плунжара направа поласць пад бункерам 1 вызваляецца і запаўняецца порцыяй шыхты, пры руху налева яна праштурхоўваецца ў прыёмную частку печы. Шыхта з такога загрузальніка выходзіць ушчыльненай, рухаецца ў печы пад паверхневым пластом шкламасы, што выключае пыленне сыпкіх кампанентаў. Акрамя таго, канструкцыя загрузальніка выключае прамяністы цеплаабмен у рабочай зоне.

У больш прадукцыйных печах шыхта і шклабой падаюцца асобна і папластова ротарным загрузальнікам. Папластовая падача пераважная тым, што пры загрузцы ў печ сумесі шыхты і бою сода спачатку ўзаемадзейнічае са шклабоям, што абцяжарвае шклоўтварэнне і павышае тэмпературу варэння. Ротарныя загрузальнікі (рис. 6.3) ажыццяўляюць загрузку шыхты на падслой шклабою.

Ротар 3 бункера падачы шклабою 1 круціцца супраць гадзіннікавай стрэлкі, а ротар бункера падачы шыхты 2 – па гадзіннікавай стрэлцы. Шклабой, як больш буйны і менш сыпкі матэрыял, падаецца з дапамогай хістальнага латака 4. Абодва загрузальнікі працуюць у аўтаматычным рэжыме. Патрабуемыя суадносіны колькасці шыхты і шклабою ў печы 5 задаюцца змяненнем хуткасці кручэння ротараў.

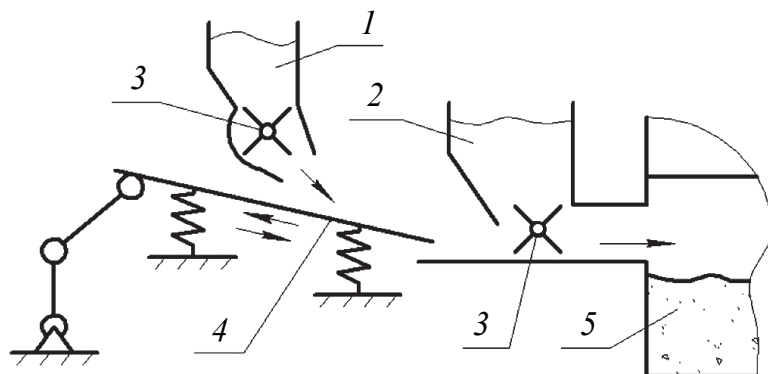


Рис. 6.3. Ротарны загрузальнік шыхты

У сучаснай вытворчасці шкла ў асноўным выкарыстоўваюцца буйныя рэгенератыўныя (радзей рэкуперацыйныя) ванныя печы няспыннага дзеяння з падзелаў паміж варачнай і выпрацоўчай часткамі басейна. Кірунак полымя ў печах папярочны (радзей падковападобны), лік пар гарэлак – ад 3 да 9, шырыня басейна – ад 6 да 10 м, глыбіня – 1,2–1,5 м, Ёмістасць басейна – да 2500 т шкламасы. Сутачная прадукцыйнасць печаў дасягае 350 т.

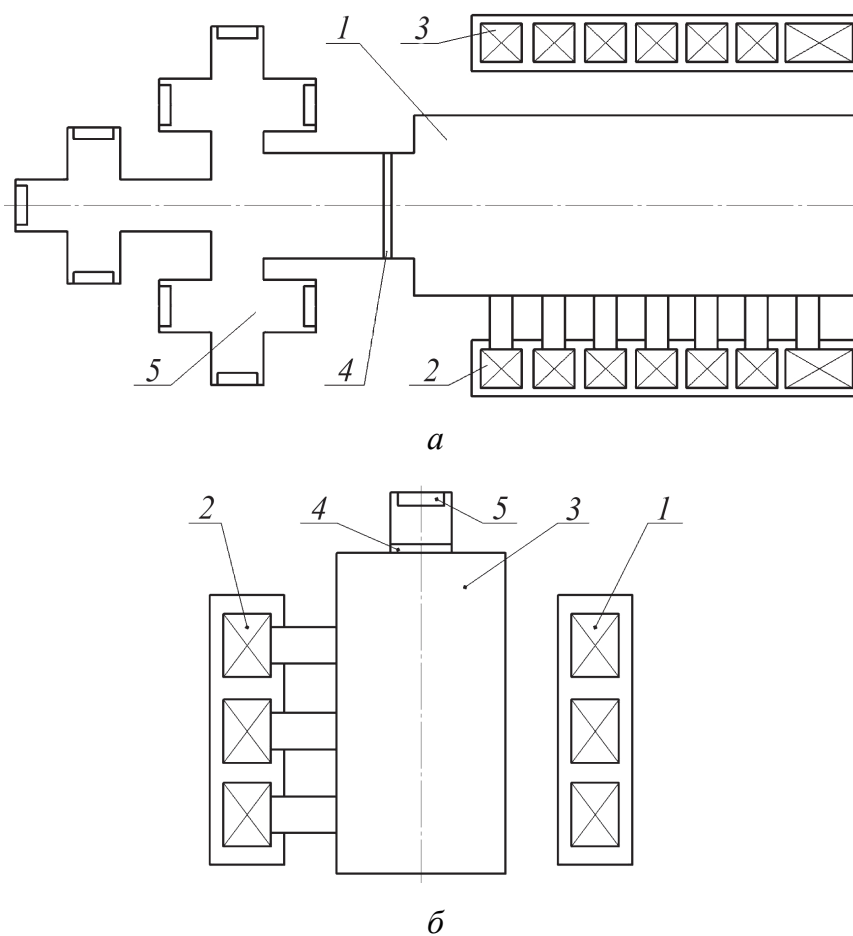
Абаграванне шклаварных печаў можа быць полымным, электрычным або камбінаваным. У якасці паліва для печаў з полымным абаграваннем выкарыстоўваюць прыродны газ або мазут. Для муравання сцен і дна басейна ўжываюць высокаўстойлівыя вогнеўпоры, якія змяшчаюць да 45% двухвокісу цырконію. Верхнюю частку рэгенератараў выконваюць з хромамагнэзітавай цэгля. Тэрмін бесперапыннай работы без рамонту дасягае чатырох гадоў пры сярэдняй тэмпературы варэння парадку 1350°C.

Прыклады схем ваннаў печаў з факельным абаграваннем для выпрацоўкі ліставога шкла паказаны на рыс. 6.4. Аб'ём басейна печы 1 дзеліцца на варачную і студачную часткі. У першай адбываюцца працэсы варэння шкла, у другой шкламаса паступае на фармаванне. Гэтыя зоны падзеленыя па газавай фазе экранамі 4, а па шкламаса – трубаў, якія ахалоджваюцца праточнай вадой.

Гарэнне паліва адбываецца ў гарэлках 2, а паветра, неабходнае для гэтага працэсу, паступае ў печ праз рэгенератары 3, якія аддаюць яму цяпло. Праз роўныя прамежкі часу гэтыя зоны мяняюцца паміж сабой. Машынны канал (зліўны брус) 5 размешчаны непасрэдна пад фармавальнай машынай.

У цяперашні час магчыма выкарыстанне электрычнага спосабу варэння шкла. Гэта абумоўлена, па-першае, магчымасцю

інтэнсіфікацыі працэсу шкловарэння шляхам павышэння тэмпературы варэння і, па-другое, павышэннем патрабаванняў да экалагічных умоў. Яшчэ адной перавагай электрычных печаў з'яўляецца прастата канструкцыі. У іх адсутнічаюць газагенератары, рэгенератары, каналы, дымавыя трубы – усе тыя элементы, якія неабходны для забеспячэння факельнага гарэння. У электрапечах можна ўстанаўліваць патрабуемы тэмпературны рэжым на пэўным вузкім участку, у іх прасцей падтрымліваць раўнамерную тэмпературу па ўсім аб'ёме.



Рыс. 6.4. Схемы ваннаў для выпрацоўкі ліставога шкла:
а – на 9 фармуючых машын; б – спосаб пракату

6.1.3. Способы фармавання шклавырабаў

Фармаванне шклавырабаў адбываецца ў дзве стадыі:

– *формаўтварэнне* – наданне пластычнай шкламase канфігурацыі фармуемага вырабу ў выніку прыкладання знешніх сіл, характар дзеяння якіх абумоўлены відам вырабу і спосабам фармавання;

– *фіксацыя формы* – замацаванне канфігурацыі адфармаваных вырабаў у выніку цвярдзення шкламасы, характар якога абумоўлены складам шкла, відам вырабу і спосабам ахалоджвання.

У сусветнай практыцы існуюць наступныя спосабы фармавання шклавырабаў.

1. *Выцягванне* пад дзеяннем аднабакова накіраваных намаганняў, якія ствараюцца выцяжным механізмам. Рэалізуецца толькі ў якасці няспыннага працэсу. Выцягванне ажыццяўляецца ўверх ці ўніз праз фармавальную адтуліну, «лодачку», вярчальныя валкі і г. д. Гэтым спосабам атрымліваюць плоскае і рыфленае ліставое шкло, шкляныя трубка, стрыжні (штабікі), суцэльнае шкловалакно, шкляную плёнку.

2. *Пракат* пад дзеяннем адна- або двухбаковых камбінаваных раскатвальных намаганняў. Ажыццяўляецца двума спосабамі:

– паміж валкамі – струмень шкламасы пракатваецца (бесперапынна або перыядычна) паміж валкамі, якія верцяцца насустрач адзін аднаму;

– на сталe – перыядычная пракатка ў адзін прыём порцыі шкламасы на металічным сталe пад дзеяннем валка.

Пракатам атрымліваюць плоскае, узорыстае, армаванае, хвалістае і прафіляванае шкло, шкляную плітку.

3. *Фармаванне на расплаўленым металe*. Шкламаса расцякаецца па расплаўленым металe з наступным выцягваннем да патрабумай таўшчыні. На расплаўлены метал шкламаса можа таксама паступаць і пасля пракату. У цяперашні час гэта асноўны спосаб атрымання ліставога шкла з вогненна-паліраванай паверхняй.

4. *Прасаванне вырабаў* у металічнай форме пад дзеяннем аднабакова накіраваных сціскальных намаганняў, якія ствараюцца пуансонам. Прасаванне ажыццяўляецца за адзін прыём у раскрыўной або нераскрыўной форме пад ціскам пуансона, які ўводзіцца ўнутр яе і формавага кальца, якое закрывае яе зверху. Фармуюць суцэльныя або полыя вырабы, разнастайныя па форме, памерах і прызначэнні: будаўнічыя блокі, лінзы, прызмы, экраны, конусы для электронна-прамянёвых трубак, ізалятары, вырабы бытавога, тарнага і святлотэхнічнага шкла.

5. *Выдзіманне* вырабаў пад уплывам раўнамерных намаганняў, якія ствараюцца сціснутым паветрам. Яно бывае двух тыпаў:

– з дапамогай выдзімальнай трубка або муштука (як свабоднае, так і ў форме) пры паступовым выдзіманні вырабу з порцыі шкламасы, набранай уручную на выдзімальную трубку або

з дапамогай выдзімальных галовак шклофармавальных машын. Выпускаюць мастацкія, хіміка-лабараторныя і спецыяльныя тэхнічныя вырабы;

– механізаванае ў дзюх розных формах (чарнавой і чыставой) пры паслядоўным механізаваным чарнавым і чыставым выдзіманні. Атрымліваюць вузкагорлую (да 30 мм) харчовую, медыцынскую, парфумерную і хімічную шкляную тару.

6. *Прасавыдзіманне* вырабаў ажыццяўляецца папярэднім прасаваннем горла вырабу і ўсёй чарнавой нарыхтоўкі (пулькі) з наступным выдзіманнем гатовага вырабу ў чыставой форме. Гэтым спосабам вырабляюць шыракагорлую (звыш 30 мм) харчовую, медыцынскую, парфумерную і хімічную шкляную тару.

7. *Цэнтрабеглае фармаванне* пад дзеяннем цэнтрабеглых сіл, якія ствараюцца механізмам кручэння. Бывае двух тыпаў:

– у вярчальнай форме – шкламаса раўнамерна размяркоўваецца па ўнутранай сценцы формы пры яе хуткім кручэнні. Атрымліваюць таўстасценныя полыя вырабы святлотэхнічнага, электравакуумнага, тэхнічнага і мастацкага прызначэння;

– на вярчальным дыску – вырабы фармуюць са шкламасы, змешчанай на вярчальным дыску з зададзеным профілем і размяркоўваемай па яго паверхні. Пры гэтым адбываецца няспыннае шматразовае цэнтрабеглае раздзяленне струменя шкламасы на часткі, якое прыводзіць да ўтварэння тонкіх выцягнутых валокнаў. Атрымліваюць вырабы і нарыхтоўкі са шкла ў выглядзе плоскіх або сфероідных масіўных цел кручэння (дыскаў) з гладкай або прафіляванай паверхняй.

8. *Раздзіманне* струменя шкламасы шляхам уздзеяння высакахуткаснай плыні энерганосьбіту – сціснутага паветра, перагрэтай пары, гарачых газаў. Выдзяляюць наступныя спосабы:

– вертыкальны – выцягванне ў тонкія валокны і раздзяленне на асобныя часткі струменя шкламасы, якая выцякае з фільтэр пад дзеяннем плыні энерганосьбіту, накіраванага ўніз пад невялікім вуглом да вертыкалі. Атрымліваюць штапельнае шкляное валакно дыяметрам 7–12 мкм або нятканае палатно са шкловалакна дыяметрам 14–18 мкм;

– гарызантальны – тое ж пры гарызантальным уздзеянні патоку энерганосьбіту на вертыкальныя струмені шкламасы. Гэтым спосабам выпрацоўваюць штапельнае шкляное валакно дыяметрам 15–30 мкм.

9. *Адліўка* шкламасы ў форму пад дзеяннем сілы цяжару рухомага расплаву заключаецца ў перыядычнай адліўцы з каўша, тыгля, печы за адзін прыём порцыі шкламасы ў адкрытую, звычайна раскрыўную форму. Атрымліваюць суцэльныя масіўныя блокі-нарыхтоўкі, адлітыя скульптурныя або дэкаратыўныя вырабы.

10. *Маліраванне* шкла ў размякчэлым высакавязкім стане пад дзеяннем сілы цяжару ці знешніх высілкаў заключаецца ў наданні плоскай нарыхтоўцы шкла патрабуемай формы пры паўторным разагрэве да размякчэння. Пластычная дэфармацыя і размеркаванне шкла па паверхні формы адбываецца пад дзеяннем сілы цяжару. Атрымліваюць нарыхтоўкі аптычнага шкла, скульптурныя і дэкаратыўныя вырабы, панарамнае і загартаванае ліставое шкло для аўтамабільнага і іншых відаў транспарту, сферычныя адбівальнікі, кубкі Петры.

11. *Успеньванне* шкламасы пад дзеяннем газаў і ўтварэнне пенападобнага матэрыялу пэўнай формы, які выкарыстоўваецца для цеплаізаляцыі. Адрозніваюць дзве разнавіднасці атрымання пенашкла:

– з расплаўленай масы – расплаўленую шкламасу ўспеньваюць у пасудзіне пры шматструменевым прапусканні паветра або іншых газаў праз тоўшчу масы. Атрымліваюць лёгкі порысты бясформенны матэрыял (пенашкляны друз і дробку), порыстыя легкавагавыя пліты і блокі;

– размякчэлай (пластычнай) шкламасы – успеньваюць размякчэлую ў працэсе награвання высакавязкую масу, якая складаецца з сумесі парашкоў шкла і газаўтваральніка, змешчаных у форму. Атрымліваюць пенашкло шчыльнасцю 200–800 кг/м³.

12. *Экструзаванне* шляхам выціскання вязкай шкламасы праз адтуліны пэўнай формы пад дзеяннем знешніх намаганняў. Адрозніваць:

– экструзаванне без выкарыстання формы – шкламасу выціскаюць праз адтуліны пэўнай формы і атрымліваюць прафіляваныя шклавырабы;

– з выкарыстаннем формы – расплаўленую шкламасу выціскаюць праз адтуліну з наступным запаўненнем складанай формы. Гэтым спосабам вырабляюць скульптурныя і дэкаратыўныя вырабы або іх часткі (суцэльныя пробкі, ножкі чарак, куфляў, фужэраў, ваз).

Ніжэй будуць разгледжаны спосабы фармавання, у найбольшай ступені прадстаўленыя ў шкляной прамысловасці Рэспублікі Беларусь і суседніх дзяржаў.

6.2. Абсталяванне для вытворчасці ліставога шкла

Сучасная вытворчасць асноўных відаў ліставога шкла характарызуецца высокім узроўнем механізацыі і аўтаматызацыі тэхналагічных працэсаў. Існуюць два асноўныя спосабы вытворчасці ліставога шкла: гарызантальны на расплаве металу (флаат-шкло, тэрмічна паліраванае шкло) і вертыкальнае выцягванне (лодкавае і бязлодкавае), якія адрозніваюцца як прадукцыйнасцю, так і якасцю выпускаемай прадукцыі. Акрамя гэтага, ліставое шкло можа вырацоўвацца вертыкальным бязлодкавым спосабам з наступным перагінам стужкі на 90° (вертыкальна-гарызантальнае выцягванне), а таксама пракатам шкламасы праз два металічныя валкі.

У развітых краінах Еўропы і ЗША ў асноўным выкарыстоўваецца флаат-працэс, які забяспечвае больш высокую прадукцыйнасць і якасць выпускаемай прадукцыі. Шкло, вырабленае па тэхналогіі вертыкальнага выцягвання, у цяперашні час мала канкурэнтаздольнае нават на ўнутраным рынку як па якасці, так і па энергазатратах, якія складаюць 13,4–14,7 МДж/кг зваранага шкла, у той час як на прадпрыемствах, якія выкарыстоўваюць флаат-працэс, энергазатраты складаюць 7,3–7,5 МДж/кг, а за мяжой – 6,7–7,1 МДж/кг.

Аднак, з прычыны таго, што капіталаўкладанні на ўстаноўку флаат-лініі складаюць ад 60 да 160 млн дол., у цяперашні час вертыкальнае выцягванне шкла ўсё яшчэ выкарыстоўваецца ў шкляной прамысловасці краін, якія развіваюцца. Атрыманая такім спосабам прадукцыя ў асноўным рэалізуецца для сельскагаспадарчых і тэхнічных патрэб.

6.2.1. Машыны вертыкальнага выцягвання шкла

У агульным выпадку тэхналагічная лінія вертыкальнага выцягвання шкла (ВВШ) паказана на рыс. 6.5. Шыхта з бункера 1 загрузальнікам 2 падаецца ў ванную печ 3, дзе адбываецца яе плаўленне, асвятленне і гамагенізацыя шкла. У вырацоўчы канал печы 4, які злучаны з падмашынай камерай 5, паступае ўжо гатовая для фармавання шкламаса.

Няспынная стужка шкла фармуецца ў машыне ВВШ 6. Аўтамат 7 служыць для падрэзкі і адломкі лістоў шкла патрабуемай даўжыні. Далей лісты транспартуюцца ролікавым канвеерам 8 на

стол рэзкі 9, дзе разразаюцца па шаблонах на больш дробныя вырабы, калі гэта неабходна. Гатовыя лісты пагрузчыкамі з пнеўмазахопамі групуюцца ў піраміды 10 і ўпакоўваюцца на пастах 11.

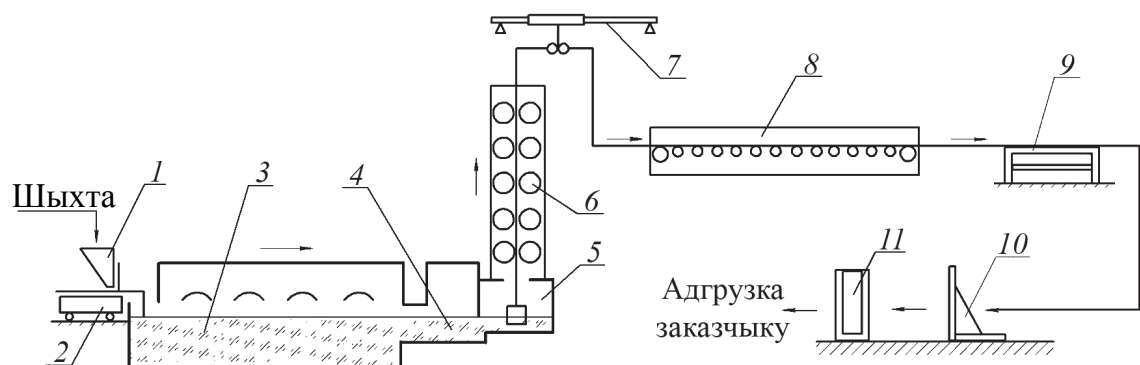


Рис. 6.5. Тэхналагічная схема вертыкальнага выцягвання ліставага шкла

Канструкцыйна розныя мадыфікацыі машын ВВШ падобныя. Некаторыя адрозненні звязаны ў асноўным з размерамі вырабляемай стужкі шкла, яго складам а, такім чынам, фармовачнымі, хуткаснымі і тэмпературнымі параметрамі і спосабам фармавання (лодкавым або бязлодкавым). Такім чынам, прынцыпова гэтыя машыны будуць адрознівацца канструкцыяй падмашынай камеры 5.

Машына ВВШ (рыс. 6.6) уяўляе сабой вертыкальную шахту-печ 1 прамавугольнага сячэння вышынёй ад 5,5 да 12,0 м, якая размешчана непасрэдна над падмашынай камерай 2 і складаецца з шэрагу замацаваных адна на адной секцый. Кожная з ніжніх секцый складаецца са злучаных балтамі лабавых і бакавых сценак, адлітых з цеплаправодных чыгуноў. Верхняя частка шахты з бакоў адкрыта. У зоне адказнага адпалу ўнутраныя паверхні секцый пакрыты ізаляцыйнымі матэрыяламі: азбеставым кардонам (бакавыя сценкі) і перлітна-цэментнымі плітамі (лабавыя сценкі).

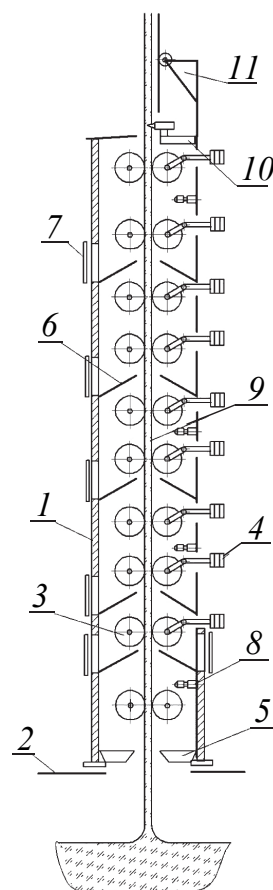


Рис. 6.6. Схема машыны вертыкальнага выцягвання шкла

Па вышыні шахты размяшчаецца ад 15 да 31 пары валкоў 3 з пакрыццём з азбесту для транспартавання стужкі шкла 9. Канцавыя часткі валкоў маюць меншы дыяметр, чым цэнтральная цыліндрычная частка, для таго, каб паміж імі маглі свабодна праходзіць патоўшчаныя беражкі бартоў стужкі шкла. Валкі круцяцца ў ролікавых падшыпніках, размешчаных у гнёздах кантавых сценак шахты. Прычым у апошні час ролікавыя падшыпнікі замяняюць на графітавыя, што павышае надзейнасць машыны і спрашчае яе абслугоўванне. Падшыпнікі аднаго вертыкальнага шэрагу жорстка зафіксаваны ў гнёздах, іншага ж могуць перасоўвацца разам з валкамі ў гарызантальным напрамку. Рухомыя валкі прыціскаюць да нерухомых (або да стужкі шкла, якая праходзіць паміж імі) пры дапамозе рычагоў з грузамі 4. Валкі адводзяцца ад стужкі шкла дыстанцыйна з выкарыстаннем пнеўмасістэмы або ўручную.

Паміж кожнай парай валкоў, акрамя размешчаных у верхняй адкрытай секцыі, у бакавых сценах шахты маюцца шахтныя люкі 7 з металічнымі вечкамі, прызначаныя для ачысткі машыны ад асколкаў шкла, назірання за рухам стужкі, а таксама для частковага рэгулявання рэжыму адпалу ў шахце. Для збору і выдалення асколкаў шкла таксама прызначаны боеўлоўныя корабы 5 і нахілы 6.

Для раўнамернага размеркавання тэмпературы па шырыні шахты служыць сістэма газавага абагрэвання. Яна ўключае 12 інжэкцыйных гарэлак 8, устаноўленых у муфелях насупраць валкоў. Кантроль тэмпературнага рэжыму па вышыні шахты ажыццяўляецца пры дапамозе тэрмапар. Для астуджвання стужкі шкла ў верхняй адкрытай частцы шахты прадугледжана сістэма падачы вентылятарнага паветра.

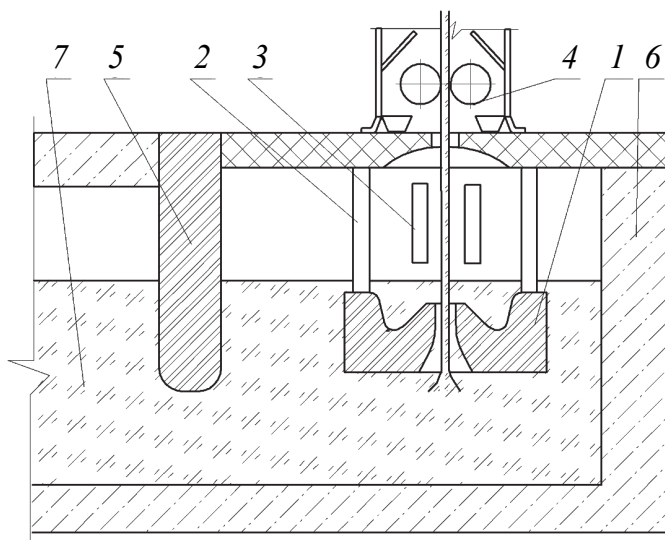
Шахту падвешваюць над падмашынай камерай 2 строга па восі апошняй пры дапамозе ўстаноўленых на другой або трэцяй секцыі знізу лап з балтамі, якія абапіраюцца на металічныя бэлькі. Правільнасць падвесу карэктуюцца з дапамогай балтавога злучэння.

Стужка шкла разразаецца на выхадзе з машыны механізмам падрэзкі 10, адломліваецца па зрэзе і перакладаецца ў гарызантальнае становішча для транспарціроўкі адломшчыкам 11.

Прывод цягнучых азбеставаных валкоў ўключае электрарухавік з рэгулюемай частатой кручэння і чарвячны рэдуктар, шасцярня якога замацавана на вертыкальным вале і праз адпаведныя чарвякі і колы прыводзіць у кручэнне цягнучыя валкі.

Інтэрвал тэмператур фармавання залежыць ад геаметрычных параметраў падмашынных камер і спосабу выцягвання і ляжыць у межах 920–980°C. Хуткасць выцягвання залежыць ад яго спосабу і таўшчыні стужкі (пры бязлодкавым спосабе яна ў сярэднім на 30% вышэйшая і для шкла таўшчынёй 2 мм дасягае 100–135 м/гадз).

Пры лодкавым спосабе стужка шкла выцягваецца праз спецыяльнае шамотное цела (лодачка) 1 у выглядзе доўгай рамкі з падоўжнай шчылінай. Пры заглыбленні лодачкі ствараецца геаметрычны напор шкламасы з глыбінных слаёў да паверхні (рыс. 6.7). У выніку шкламаса ўтварае так званую «цыбуліну», з якой вертыкальна ўверх выцягваецца стужка шкла.



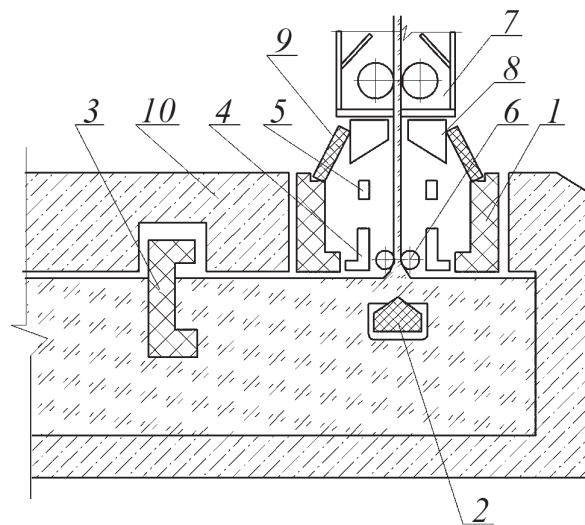
Рыс. 6.7. Падмашынная камера для лодкавага
выцягвання шкла

Націскная штанга 2 кіруецца чатырохзвяновым рычажна-шрубавым механізмам і служыць для апускання ў шкламасу і ўтрымання ў ёй плаваючай лодачкі 1. Вадзяныя халадзільнікі 3 астуджаюць стужку да тэмпературы пластычнага стану, у якім яна паступае на першую пару ролікаў машыны 4. Шамотны мост 5 служыць для аддзялення ваны печы 6 ад шкламасы 7 у зоне шкловарэння.

Фармаванне стужкі шкла бязлодкавым спосабам ажыццяўляецца са свабоднай паверхні шкламасы, якая знаходзіцца ў ванне 10 і аддзелена ад асноўнай масы расплаву вогнетрывалым целам (паплаўком) 2 (рыс. 6.8). Яно стварае ўмовы для астуджвання паверхневага пласта шкламасы да тэмпературы фармавання. Чым

танчэйшы гэты пласт, тым больш інтэнсіўна астуджаецца шкла-маса і тым вышэйшая хуткасць выцягвання шкла.

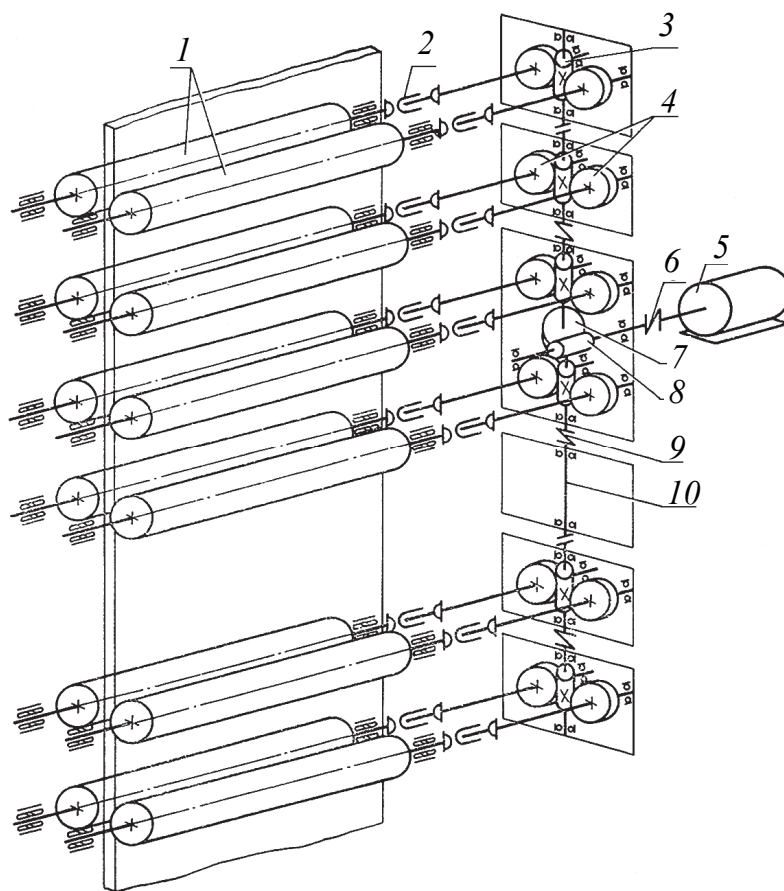
Частка печы непасрэдна пад выцягвальнай машынай 7 аддзелена экранам 3. Сцены падмашынной камеры ўтвораны двума боцікавымі, або L-падобнымі, блокамі 1. Верхняя частка камеры выканана са зводных халадзільнікаў 9, якія ўстаноўлены шчыльна да боеўлоўных корабаў 8. Такое злучэнне падмашынной камеры з машынай дазваляе, змяняючы становішча блокаў і зводных халадзільнікаў, карэктаваць устаноўку машыны адносна печы.



Рыс. 6.8. Падмашынная камера для бязлодкавага выцягвання шкла

Па краях стужка шкла ўтрымліваецца ролікамі 6. Краі стужкі цвярдзеюць раней за асноўнае палатно і ўтрымліваюць яго, захоўваючы пастаянную шырыню стужкі. Асноўнае астуджванне ажыццяўляецца вадзянымі халадзільнікамі 4, для больш тонкага рэгулявання тэмпературы стужкі на выхадзе з падмашынной камеры служаць халадзільнікі 5.

Прывод цягнучых ролікаў 1 машыны ВВШ ажыццяўляецца наступным чынам (рыс. 6.9). Спачатку вярчэнне ад рэверсіўнага электрарухавіка 5 з частотным пераўтваральнікам праз чарвячную шасцярню 7 і чарвяк 8 перадаецца на адзіны вертыкальны вал 10. Затым праз сістэму чарвякоў 3, чарвячных шасцярняў 4 і карданных валоў 2 ад галоўнага вала прыводзіцца кожная пара ролікаў. Перасцерагальныя муфты 6 і 9 служаць для аховы механізмаў прываду ад перагрузак.



Рыс. 6.9. Кінематычная схема машыны ВВШ

Параўнальная тэхнічная характарыстыка машын ВВШ-3А (бязлодкавы спосаб) і ВВШ 2-7,8 (лодкавы спосаб) прыведзена ў табл. 6.1.

Табліца 6.1

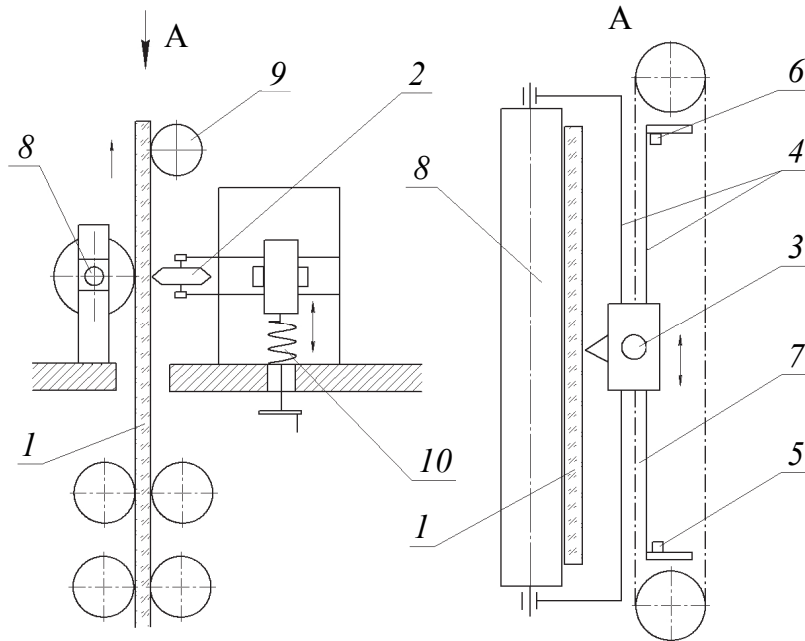
Тэхнічныя характарыстыкі машын вертыкальнага выцягвання шкла

Тэхнічная характарыстыка	ВВШ-3А	ВВШ 2-7,8
Шырыня стужкі шкла, мм (без бартоў)	3 000	2 000
Таўшчыня шкла, мм	3–10	2–10
Колькасць пар цягнучых валкоў	31	20
Дыяметр валкоў, мм	180	150
Электрарухавік прываду		
– магутнасць, кВт	4,5–4,8	1,5
– часціня вярчэння, хвіл ⁻¹	150–1500	2200
Хуткасць выцягвання стужкі шкла, м/гадз	11–200	120–186
Вышыня шахты, мм	11 730	7 845
Маса, кг	43 500	22 000

Адрэзка і адломка бартоў, раскрой, разломка лістоў і кладка іх у пакеты ажыццяўляюцца на механізаваных лініях апрацоўкі

шкла. Іх асноўнымі механічнымі элементамі з'яўляюцца прылады для падрэзкі і адломкі ліста шкла.

Падрэзчык стужкі манціруецца на верхняй секцыі машыны ВВШ і прызначаны для падрэзкі стужкі шкла *1* на лісты заданага памеру (рыс. 6.10).



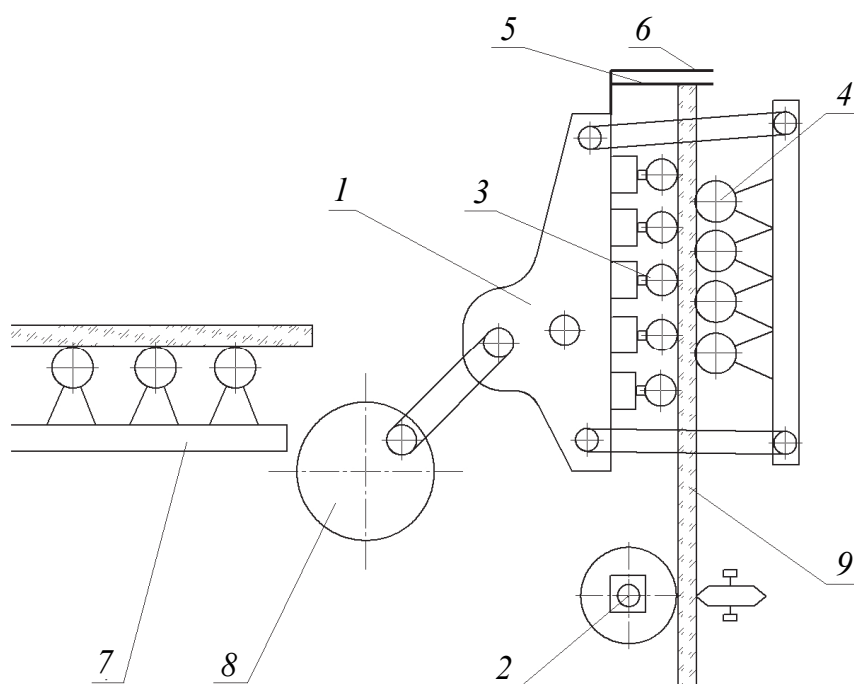
Рыс. 6.10. Падрэзчык 4 ЛОСТ-101

Ён складаецца з карэткі *3*, у якой замацаваны разец *2*, апорнага валка *8*, прыціскаючага ролика *9*, механізма ўздыму траверсы *10* і двух канцавых выключальнікаў *5* і *6*, устаноўленых на накіравальнай лінейцы *4*.

Карэтка *3* перасоўваецца па накіравальнай лінейцы *4* пры дапамозе ланцуга *7*. Хуткасць перамяшчэння — да 60 м/хвіл, спажытая магутнасць складае 0,4 кВт. Пасля праходжання борта стужкі *1* карэтка прыціскаецца да шкла і робіць надрэз. У канцы ходу яна націскае на канцавы выключальнік *6*, рухавік прываду пачынае круціцца ў адваротны бок, і карэтка, вяртаючыся назад, націскае на выключальнік *5* і спыняецца.

Апорны *8* і прыціскны *9* валкі ліквідуюць вібрацыю стужкі пры падрэзцы. Механізм уздыму траверсы *10* служыць для забеспячэння перпендыкулярнасці рэзу да восі стужкі шкла.

Адломнік стужкі шкла прызначаны для ломкі надрэзанага ліста і перакладу яго ў гарызантальнае становішча для транспартавання роликавым канвеерам (рыс. 6.11).



Рыс. 6.11. Адломнік ВО-45

Адломнік працуе наступным чынам. Стужка шкла 9, праходзячы паміж ролікамі 3 і прыціскнымі ролікамі 4 паваротнай рамы 1, націскае на мікравыключальнік 5 і ўключае падрэзчык 2. Пры далейшым руху яна націскае на выключальнік 6 і падае сігнал на прывод 8 павароту рамы 1 – адбываецца адначасовае зацісканне ліста ролікамі 4. Ліст адломліваецца ў момант павароту рамы ад вертыкальнага становішча ў бок адкатчыка 7, роlíкі якога размешчаны ў гарызантальнай плоскасці.

У зыходнае становішча рама 1 вяртаецца пры сходзе ліста шкла з адкатчыка 7. Іх работа сінхранізаваная.

Пасля ліст шкла паступае на прыладу адрэзкі і адломкі бартоў, а затым на раскрой, разломку і ўпакоўку.

Прадукцыйнасць машын ВВШ можна разлічыць па формуле

$$Q = k_1 k_2 v B, \quad (6.2)$$

дзе k_1 – каэфіцыент выкарыстання машыны па часе; k_2 – каэфіцыент, які ўлічвае прабуксоўку цягнучых валкоў па шкле; v – хуткасць выцягвання стужкі шкла; B – шырыня стужкі шкла.

Магутнасць, якая затрачваецца на кручэнне адной пары цягнучых валкоў,

$$N_1 = M_{\text{кр}2} \omega = 2\pi M_{\text{кр}2} n, \quad (6.3)$$

дзе $M_{кр2}$ – сумарны вярчальны момант адной пары цягнучых валкоў; ω – вуглавая хуткасць кручэння валкоў; n – часціня вярчэння валкоў.

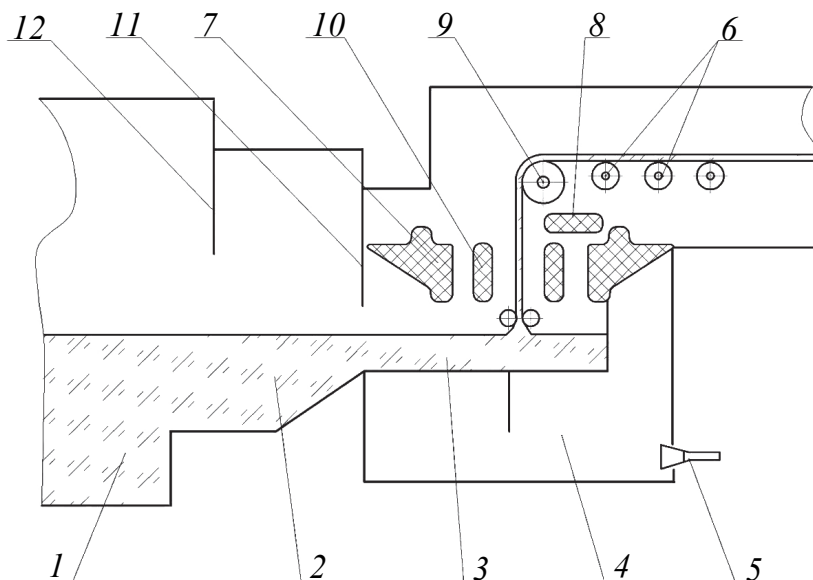
Тады агульная магутнасць электрарухавіка прываду машыны ВВШ вызначаецца наступным чынам:

$$N_{рух} = \frac{2\pi M_{кр2} n t}{\eta}, \quad (6.4)$$

дзе t – колькасць пар цягнучых валкоў; η – ККДз прываду машыны.

6.2.2. Гарызантальнае выцягванне шкла

Як і пры спосабе ВВШ, стужка шкла фармуецца са свабоднай паверхні шкламасы, аднак з прычыны дробнай выпрацоўчай камеры (глыбіня 160–200 мм) выключаны ўплыў канвекцыйных патокаў на працэс фармавання. На вышыні 600–650 мм стужка шкла, знаходзячыся яшчэ ў пластычным стане, змяняе кірунак з вертыкальнага на гарызантальны, агінаючы полі сталёвы вал, і затым пры дапамозе цягнучай прылады або ролікаў накіроўваецца на адпал (рыс. 6.12).



Рыс. 6.12. Падмашынная камера машыны гарызантальнага выцягвання шкла

Басейн выпрацоўчай камеры вырабляюць з высокавогнетрывалай шамотной масы ў выглядзе цэлага блока (без швоў). Ён мае шырыню, трохі большую, чым шырыня стужкі шкла, і даўжыню

1100–1200 мм. Таўшчыня дна і бакавых сценак – 150 мм, глыбіня басейна прамежкавай камеры – 450–500 мм. Шырыня стужкі дасягае 3650 мм.

Прамежкавая камера 2 (рыс. 6.12) аддзелена па газавым асяроддзі ад выпрацоўчай часткі печы 3, якая абаграваецца ацяпляльнай камерай 4, плоскай аркай 11, а ад басейна печы 1 – падвесным мостам 12. Яна служыць для тэрмічнай падрыхтоўкі шкламасы і паслаблення канвекцыйных патокаў. Дно і кантавую сценку басейна абаграваюць пры дапамозе газавых гарэлак 5. Для экранавання паверхні шкламасы ў камеры фармавання з мэтай надання ёй неабходнай вязкасці выкарыстоўваюцца падвесныя фасонныя вогнетрывалыя элементы (экраны) 7, ніжні край якіх знаходзіцца за 40–50 мм ад паверхні шкламасы. Паміж экранамі і стужкай шкла ўстанаўліваюць вадзяныя халадзільнікі 10.

Дыяметр перагібнага валка 9 складае 150–180 мм. Яго вырабляюць са спецыяльнай легіраванай сталі са старанна адпаліраванай паверхняй. Пастаянную тэмпературу паверхні вала падтрымліваюць шляхам рэгулюемай падачы ўнутр яго астуджальнага паветра. Каб пазбегнуць прыліпання стужкі да перагібнага вала, пад ім усталяваны гарызантальны халадзільнік 8.

Далей стужка шкла з ужо фіксаванай таўшчынёй транспартуецца ролікамі 6 на рэзку і далейшую апрацоўку.

Тэмпературны рэжым выпрацоўкі шкла па гэтым спосабе наступны:

- пачатак студачнага басейна – 1370°C;
- месца выпрацоўкі стужкі – 1040°C;
- стужка ў месцы перагіну – 765°C;
- стужка ля ўваходу ў печ – 650°C.

У сувязі з малой вышынёй уздыму стужка падвяргаецца меншым, чым пры вертыкальным выцягванні, расцягвальным намаганням як па таўшчыні, так і па шырыні, да таго ж на яе не ціснуць цягнучыя валкі. Гэта дазваляе выцягваць шкло з павышанымі хуткасцямі, з больш высокай якасцю паверхні і таўшчынёй у дыяпазоне ад 0,2 да 20,0 мм. Акрамя таго, па тых жа прычынах памяншаецца колькасць абрываў стужкі і знікае неабходнасць яе «аднаўлення». Усё гэта значна павышае прадукцыйнасць дадзенага спосабу ў параўнанні са спосабам ВВШ.

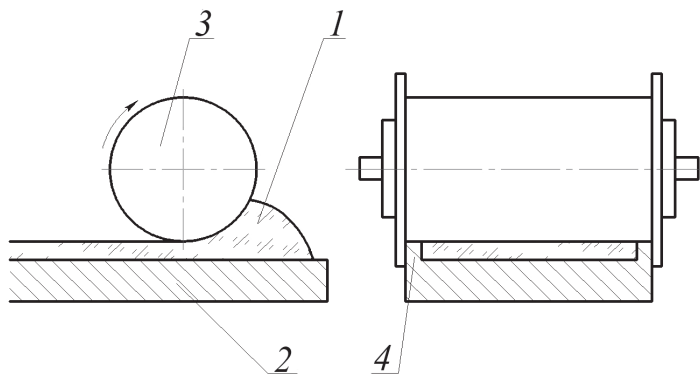
Машыны для гарызантальнага выцягвання можна ўстанаўліваць у аднапавярховым будынку, тады як машына ВВШ мае вышыню ў некалькі паверхаў.

Аднак шкло, атрыманае спосабам ВВШ, у працэсе паступовага астуджэння ў шахце праходзіць адпал, неабходны для зняцця тэмпературных напружанняў. Такім чынам, у адрозненне ад гарызантальнага выцягвання, не патрабуецца ўстаноўка канвеерных печаў. Капітальныя выдаткі для машын ВВШ меншыя, а канструкцыя падмашынай камеры прасцейшая.

6.2.3. Вытворчасць ліставога шкла спосабам пракату

Перыядычны спосаб пракату выкарыстоўваецца толькі пры вытворчасці спецыяльнага ліставога шкла – аптычнага, каляровага, глушанага і г. д.

Пракатным катком на чыгунным ліцейным сталёвым вырабляюць шкло таўшчынёй 7–60 мм. Расплаўленую шкламасу 1 выліваюць на чыгунны стол 2 з бартамі 4 перад катком 3, які, перамяшчаючыся ўздоўж стала, пракатвае і разраўноўвае порцыю шкла (рыс. 6.13). Гатовы ліст шкла пакідаюць на сталёвым да зацвярдзення, а затым па рольгангу накіроўваюць у печ адпалу.



Рыс. 6.13. Схема перыядычнага пракату шкла

Дадзены спосаб малапрадукцыйны і працаёмісты. Шкло з-за кантакту ў пластычным стане з катком і сталёвым мае двухбаковыя дэфекты: няроўную каваную або хвалістую паверхню.

У масавай вытворчасці распаўсюджаны бесперапынны спосаб пракату. Ён выкарыстоўваецца для выпрацоўкі «сырога» шкла, якое ідзе затым на канвеернае шліфаванне і паліраванне, узорыстага шкла, арміраванага шкла, шклопрафіліту, а таксама дывано-ва-мазаічнай пліткі.

Таўшчыня пракату – 3–20 мм, хуткасць пракату: гладкага шкла – 250 м/гадз, узорыстага – 220 м/гадз, арміраванага – 180 м/гадз.

Стужку шкла фармуюць шляхам пракату вязкай шкламасы паміж двума валкамі пракатнай машыны, затым па рольгангу яна паступае ў печ для адпалу.

У пракатную машыну (рыс. 6.14) шкламаса з тэмпературай 1100–1250°C паступае са зліўнога латака шклаварнай печы, на выхадзе з валоў машыны яна мае тэмпературу 850–950°C.

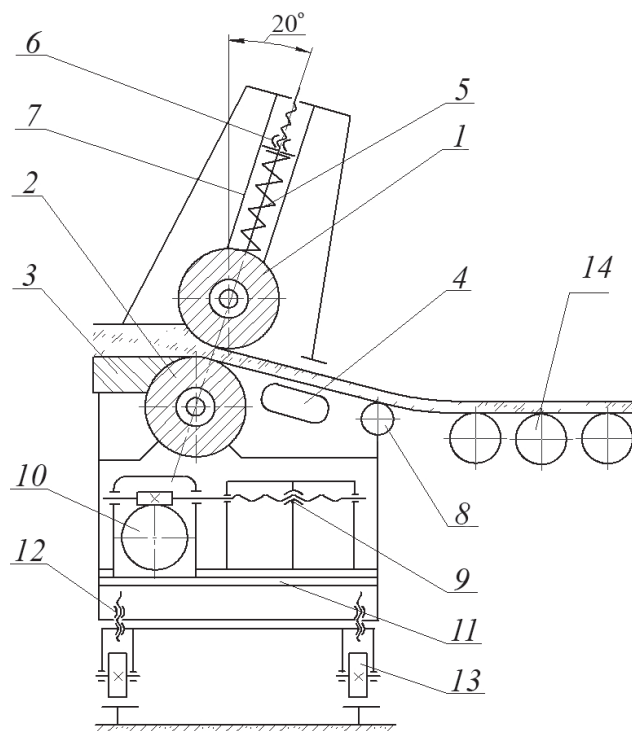


Рис. 6.14. Пракатная машына

Асноўная фармавальная частка машыны – пустацелыя пракатныя валы 1 і 2 з цеплатрывалай сталі, якія ахалоджваюцца ўнутры вадой. Верхні валок у сярэдняй частцы мае некалькі меншых дыяметраў, чым на канцах, што дазваляе атрымліваць раўнамерную па таўшчыні стужку шкла.

Таўшчыню шкла рэгулююць адлегласцю паміж валамі, а хуткасць пракату – змяненнем хуткасці вярчэння валоў.

Адлегласць паміж валкамі змяняецца пры дапамозе шрубаў і кліноў. Верхні валок 1 забяспечаны спружынай 5 з вінтавым механізмам 6 для стварэння прыціскаючага намагання, а таксама для магчымасці прыпадняцця валка над шклом для пропуску буйных цвёрдых уключэнняў.

Падшыпнікі верхняга валка ўстаноўлены ў спецыяльных накіравальных, якія перамяшчаюцца па стойках 7. Яго ход складае

4–25 мм. Падшыпнікі ніжняга валка, які размешчаны адразу за прыёмным латаком 3 з мінімальным зазорам, нерухома замацаваны ў стане машыны. Паралельнасць валкоў выстаўляецца пры дапамозе прылад, забяспечаных шкаламі.

Усе вузлы машыны зманціраваныя на рухомай калясцы. Вышыню ўстаноўкі машыны адносна зліўнога парога можна рэгуляваць пры дапамозе рэгулявальных балтоў 12. Устаноўка валкоў у гарызантальнай плоскасці ажыццяўляецца пры дапамозе механізма перамяшчэння, які складаецца з чарвячнага рэдуктара 10; яго выхадны вал, які заканчваецца шрубай, заходзіць у гайку 9. Перамяшчэнне стоек машыны ажыццяўляецца ўручную з дапамогай махавікоў, размешчаных па баках машыны.

Перасоўванне верхняй часткі машыны адносна ніжняй адбываецца па накіравальных 11, якія выкананы ў выглядзе «ластаўчынага хваста». Рэдуктар механізма перамяшчэння 10 устаноўлены на ніжняй частцы машыны – калясцы.

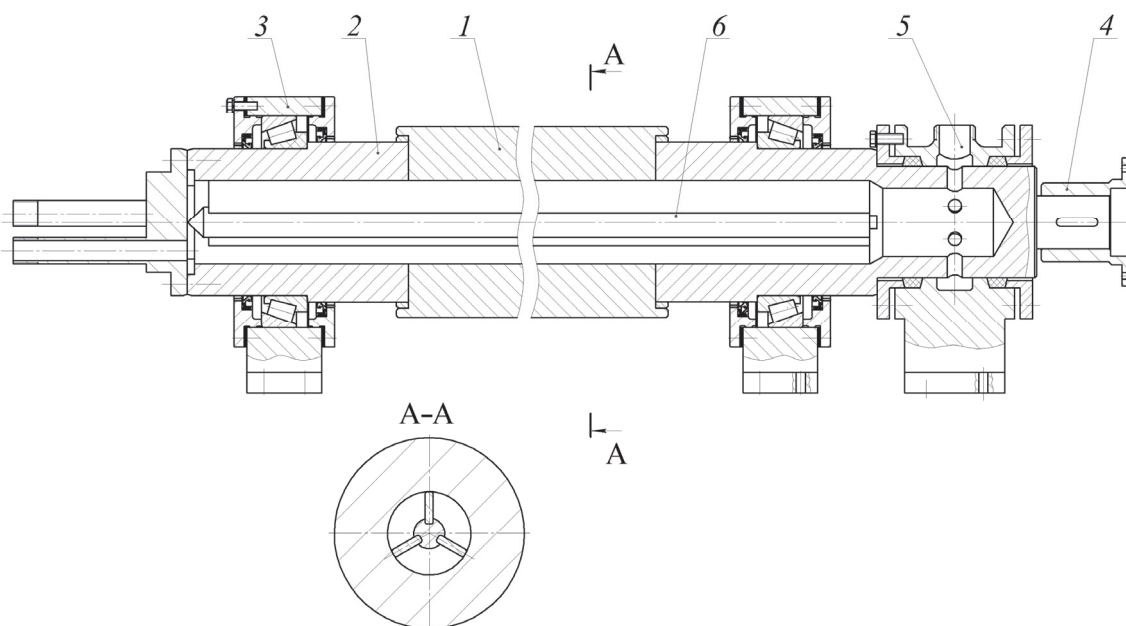
У гарызантальным кірунку пракатная машына можа быць таксама перамяшчана па рэйках пры дапамозе лябёдка, усталяванай на катках 13.

Даўжыня выхадной шчыліны адпавядае шырыні стужкі, якая паступае, а вышыня – патрабуемай колькасці шкламасы для атрымання неабходнай таўшчыні.

Адфармаваная стужка шкла адразу пасля фармавальных валкоў абапіраецца на прыёмную пліту 4, якая адначасова з’яўляецца халадзільнікам. На азбеставым валіку 8 стужка прымае гарызантальнае становішча і адводзіцца прыёмнымі ролікамі 14.

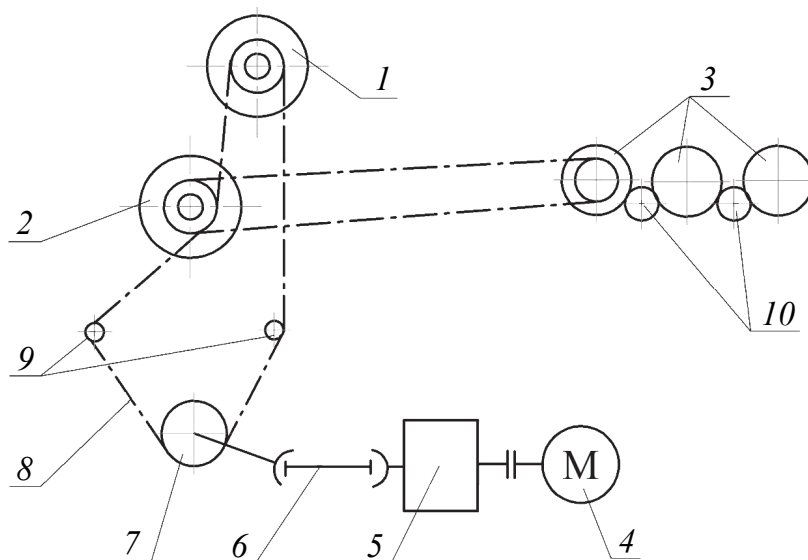
Канструкцыя пракатнага валка паказана на рыс. 6.15. Ён складаецца з пракатнай часткі 1, якая кантактуе непасрэдна са шкламай, і дзвюх апорных частак 2, якія замацаваны ў падшыпнікавых апорах 3. Валок злучаны з прываднай часткай машыны паўмуфтай 4.

Найбольшую складанасць уяўляе вузел вадзянога ахалоджвання. Вада падаецца праз нерухомую прыладу 5 з кальцавым выразам, які размешчаны насупраць адпаведных адтулін у правай апорнай частцы валка. Праз гэтыя адтуліны вада бесперапынна паступае ва ўнутраную прастору валка, ахалоджвае яго і выдаляецца з супрацьлеглага боку (злева) у восевым кірунку. Стрыжань 6 служыць для раўнамернага размеркавання вады і лепшага яе кантакту з унутранай паверхняй валка.



Рыс. 6.15. Пракатны валок

Кручэнне пракатных валкоў 1 і 2, а таксама азбеставаных валікаў 3 рольнага стала (рыс. 6.16) ажыццяўляецца пры дапамозе электрарухавіка з частотным рэгулятарам 4. Вярчальны момант ад рухавіка праз рэдуктар з высокім перадавальным лікам 5 з дапамогай карданнай перадачы 6 перадаецца на вядучую зорачку 7 ланцугавай перадачы 8, ад якой прыводзяцца ў кручэнне зорачкі пракатных валкоў 1 і 2. Нацяжэнне ланцуга ажыццяўляецца з дапамогай нацяжных зорчак 9.



Рыс. 6.16. Кінематычная схема прываду пракатнай машыны

Прывад азбеставых ролікаў 3 ажыццяўляецца ад зорачкі ніжняга пракатнага валка 2 на першы па ходзе руху стужкі шкла азбеставы ролік. Астатнія ролікі прыводзяцца ў вярчэнне ад першага праз сістэму зубчастых цыліндрычных перадач 10.

Для забеспячэння нацяжэння стужкі шкла і прадухілення яе правісання ў зазоры паміж ролікамі акруговая хуткасць руху апошніх павінна быць на 5–10% вышэйшая за хуткасць пракатных валкоў.

Пры выпрацоўцы ўзорыстага шкла адзін з валкоў, звычайна верхні, мае ўзор, выгравіраваны на яго паверхні, які пакідае адбітак на стужцы шкла.

Тэхнічныя характарыстыкі айчынных і імпортнай пракатных машын прыведзены ў табл 6.2.

Табліца 6.2

Тэхнічныя характарыстыкі пракатных машын няспыннага дзеяння

Паказчык	ПЛ-1-60	НП-1001	«АНРЭ», Бельгія
Памеры пракатнага стужкі, мм – шырыня – таўшчыня	1600–1800 5–15	3000–3200 5–15	1600–1700 2,8–10
Максімальная хуткасць пракаткі, м/гадз	225	180	–
Размер пракатных валкоў, мм – даўжыня – дыяметр	2000 350	3000 370	1800 150–200
Вугал зрушэння восі валкоў да вертыкальнай плоскасці, град	20	20	–
Максімальны зазор паміж валамі, мм	25	25	20
Змена зазору паміж валамі за 1 абарот шрубы, мм	0,37	0,75	–
Магутнасць электрарухавіка, кВт	6,5	–	3×1,6
Габарытныя размеры, м	1,5×3,5×2	–	–
Маса, кг	9000	–	–

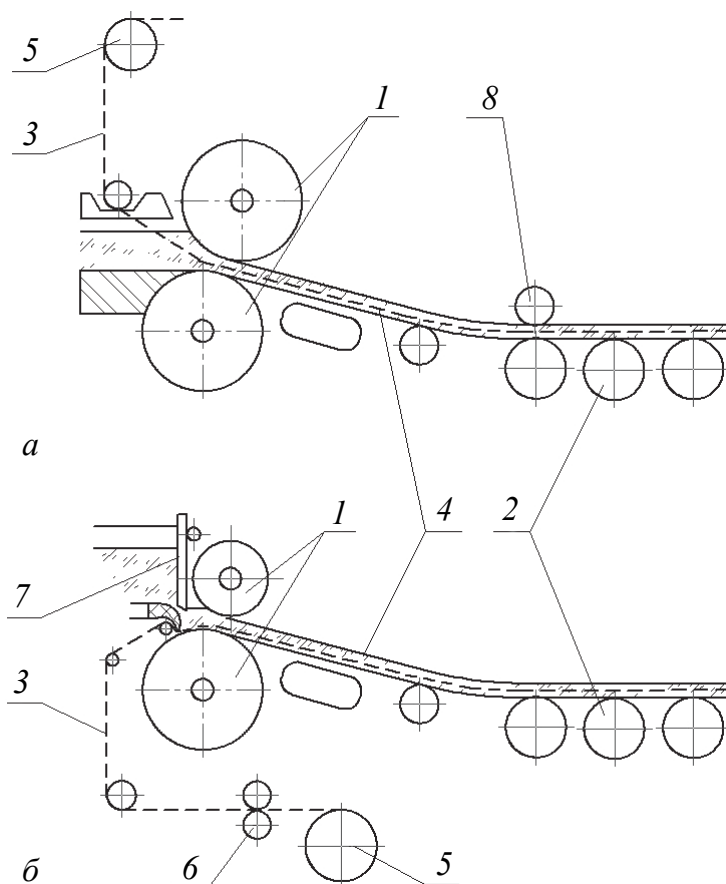
У цяперашні час ліставое аконнае, вітрыннае і іншае шкло спосабам пракату практычна не вырабляецца. З-за кантакту ў пластычным стане з пракатнымі валкамі яго паверхня атрымліваецца шурпатай і мае дэфекты. Такое шкло патрабуе дадатковай механічнай апрацоўкі (шліфоўкі і паліроўкі), што вядзе да дадатковых

капітальных і эксплуатацыйных затрат, ускладняе тэхналагічны працэс вытворчасці шкла. Таму дадзены спосаб ужываецца ў асноўным для атрымання ўзорыстага або арміраванага ліставога шкла, а таксама шклопрафіліту.

6.2.4. Абсталяванне для вытворчасці арміраванага шкла і шклопрафіліту

Арміраванае шкло адносіцца да групы бяспечных і выкарыстоўваецца для шклення прамысловых будынкаў, медыцынскіх устаноў і ў іншых месцах, дзе магчыма ўзнікненне аварыйных сітуацый, звязаных з ударнымі нагрузкамі, павышаным ціскам і высокімі тэмпературамі. Такое шкло мае павышаныя трываласныя характарыстыкі і пры разбурэнні не разлятаецца на асколкі.

Пры пракаце арміраванага шкла ўнутр стужкі закрочваюць металічную сетку. Падача сеткі можа ажыццяўляцца як зверху (рыс. 6.17, а), так і знізу (рыс. 6.17, б).



Рыс. 6.17. Схемы падачы сеткі пры пракаце арміраванага шкла

Пры падачы сеткі паміж валкамі 1 пракатнай машыны зверху барабан з рулонам сеткі 5 размешчаны на пляцоўцы над пракатнай машынай. Пры рабоце машыны металічная сетка 3 змотваецца з барабана 5, заглыбляецца ў шкламасу спецыяльным валікам над зліўным брусам і канчаткова закочваецца ў стужку 4 прыціскальным валком 8. Далей адфармаваная стужка транспартуецца азбеставанымі ролікамі 2.

Недахопам спосабу з'яўляецца частковае акісленне сеткі пры нагрэве і яе ўзаемадзеянні з пачнымі газамі, якія выходзяць з выработачнай часткі печы, што прыводзіць да ўтварэння бурбалак і афарбаваных бурых участкаў шкламасы ў месцах яе кантакту з дротам.

Гэты недахоп ліквідуюць пры падачы сеткі знізу, калі яна, маля нагрэтая, адразу ж закочваецца ўнутр стужкі. Такія машыны, аднак, больш складаныя па канструкцыі. Сетка падаецца ў стужку непасрэдна пад шамотным шыберам 7, які рэгулюе расход шкламасы (рыс. 6.17, б). Вальцы 6 неабходны для выраўноўвання сеткі, якая выцягваецца з рулона.

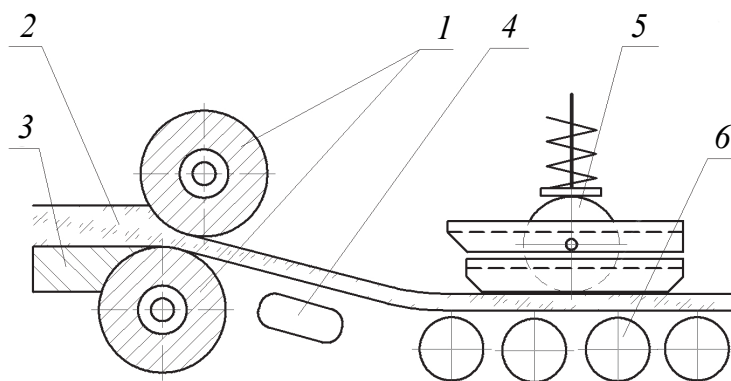
Для атрымання высакаякаснага арміраванага шкла выкарыстоўваецца сетка з квадратнымі вочкамі $12,5 \times 12,5$ або 25×25 мм, вырабленая кантактнай зваркай з адпаленага ў атмасферы азоту дроту $\varnothing 0,45\text{--}0,50$ мм з легіраваных сталей. Гэтая сетка не павінна ўтрымліваць слядоў акаліны.

Шклопрафіліт (профільнае шкло) – гэта шкляныя буйнагабарытныя вырабы, даўжыня якіх дасягае 6 м, а шырыня – 0,75 м. Форма шклопрафіліту (акрамя швелернай) можа быць рабрыстай, коробчатай, v- або г-падобнай.

Шклопрафіліт выкарыстоўваецца ў якасці матэрыялу пры будаўніцтве сцен і перагародак у прамысловых і гандлёвых будынках, пры ўзвядзенні прадпрыемстваў грамадскага харчавання, медыцынскіх устаноў, выставачных залаў. Значна радзей гэты матэрыял ужываецца пры будаўніцтве жылых будынкаў. Шклопрафіліт можа арміравацца металічным дротам, які ўкладваецца па даўжыні шкла з крокам 40 см. Такі шклопрафіліт выкарыстоўваецца пры ўзвядзенні ліхтароў верхняга асвятлення ў якасці дахавага матэрыялу.

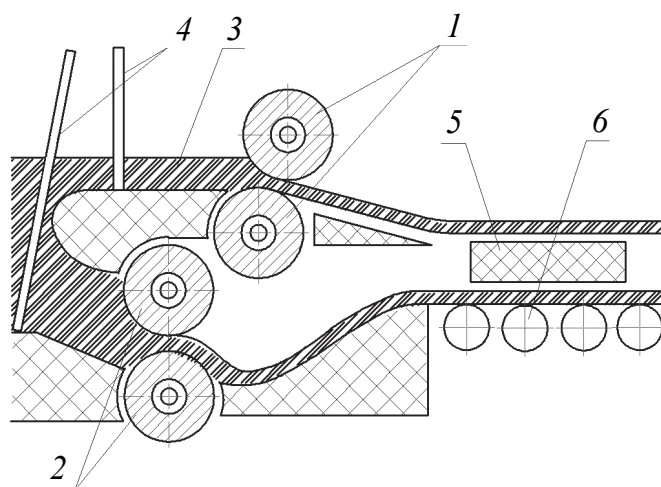
Устаноўкі для няспыннага пракату профільнага шкла забяспечваюць дадатковай зменнай прыладай для фармавання стужкі шкла ў бэльку зададзенага профілю (скрынка, швелер і інш.).

Прылада (рыс. 6.18), якая фармуе швелернае шкло, можа ўстанаўлівацца непасрэдна да звычайнай пракатнай машыны, якая ўключае пракатныя валы 1, прыёмны латак 3 са шкламасай 2, халадзільнік 4 і цягнучыя ролікі 6. Прылада ўяўляе сабой статычную форму з ліставога металу, якая адгінае край стужкі шкла да вертыкальнага становішча і пры дапамозе падпружыненага валка 5 фіксуе профіль.



Рыс. 6.18. Прылада для фармавання шклянога швелера

Каробчатае двухшыёўное шкло атрымліваюць пры дапамозе ўніверсальнай фармуючай прылады (рыс. 6.19), якая складаецца з дзвюх пар пракатных валкоў 1 і 2 і фармавальнай прылады 5. Паўформы прыціскаюць і заварочваюць стужку шкла на ўкладыш з падоўжным пазам, у якім краі стужкі накладваюцца адзін на адзін і ўтвараюць шва. Знізу каробка фармуецца за кошт апорных ролікаў 6. Для рэгулявання колькасці падаваемай шкламасы 3 на фармуючыя ролікі 1 і 2 служаць шыберы 4.



Рыс. 6.19. Прылада для фармавання шкла каробчатага сячэння

Адфармаваны профіль з дапамогай рольнага стала паступае ў печ тунэльнага тыпу для адпалу і толькі пасля гэтага разразаецца на бэлькі патрабаванай даўжыні спецыяльным агрэгатам, выканаўчым органам якога з'яўляецца алмазны дыск.

6.2.5. Выворчасць ліставога шкла флоат-спосабам

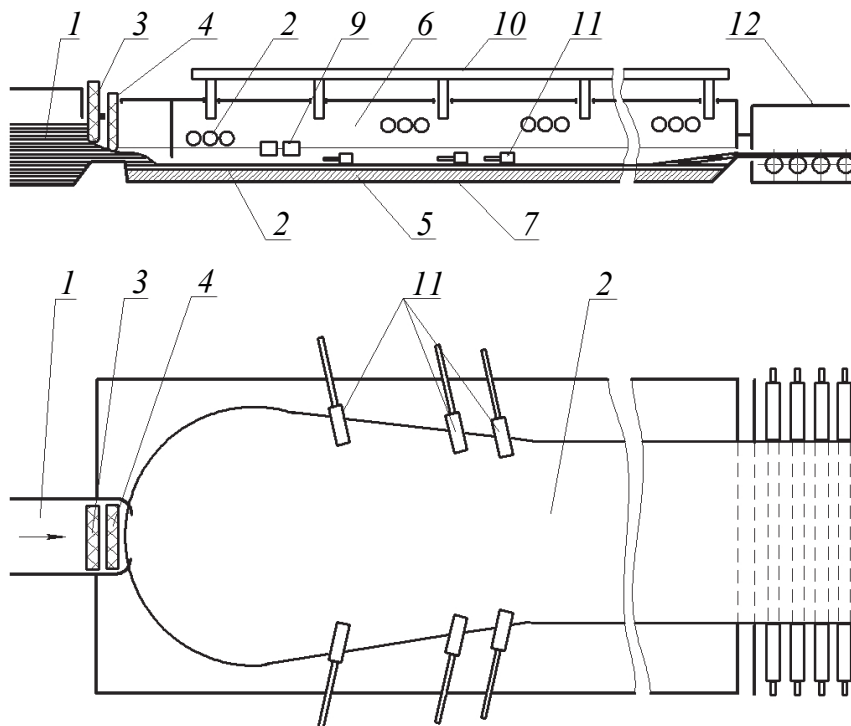
Спосаб фармавання ліставога шкла на расплаве металу (флаат-працэс) распрацаваны ў 50-х гадах мінулага стагоддзя ў Англіі. Такое шкло не ўступае па якасці шклу, паліраванаму механічным спосабам, таннейшае больш чым у 2 разы пры павелічэнні прадукцыйнасці працы ў 3 разы.

Сутнасць флаат-спосабу заключаецца ў тым, што працэс фармавання стужкі шкла адбываецца на паверхні расплаўленага металу. Стужка шкла ўтвараецца ў выніку расцяжання шкламасы пад дзеяннем сілы цяжару пры яе арганізаваным акантурванні, перамяшчэнні ў патрэбным кірунку, астуджванні і перадачы ў электрычную печ для адпалу. Пры гэтым ніжняя паверхня стужкі атрымліваецца гладкай за кошт кантакту з ідэальна роўнай паверхняй металу, а верхняя – за кошт сіл паверхневага нацяжэння самой шкламасы і вогненнай паліроўкі. Наяўнасць унізе стужкі, якая фармуецца, пласта металу (волава) з высокай цеплаправоднасцю прадвызначае высокую тэрмічную гамагеннасць шкламасы ў працэсе фармавання шкла, што павышае яго механічныя і аптычныя ўласцівасці.

Калі не прыкладваць да шкламасы знешніх намаганняў, яна свабодна расцякаецца па паверхні волава да дасягнення так званай раўнаважнай таўшчыні, якая абумоўлена раўнавагай паміж сіламі цяжару і паверхневага нацяжэння. Гэтая таўшчыня моцна залежыць ад складу шкла, яго тэмпературы і хуткасці выцягвання, але ў цэлым можна адзначыць, што для атрымання стужкі таўшчынёй 3 мм і менш патрабуецца прыкладванне знешніх сіл для прымусовага яе расцягу.

Флаат-ванна для выпрацоўкі тонкага шкла паказана на рыс. 6.20. Фармоўка адбываецца наступным чынам. Шкламаса 1 з выпрацоўчай часткі ваннай печы па вузкім дробным канале, які заканчваецца нахільным зліўным латаком, паступае ў флаат-ванну 6, дном якой з'яўляецца басейн 7 з расплаўленым волавам 5, дзе пры паслядоўным праходжанні тэмпературных зон, якія рэгулююцца пры дапамозе награвальнікаў 8 і халадзільнікаў 9, і адбываецца працэс

фармавання і астуджвання стужкі шкла 2 да тэмпературы 600°C . Верхнія ролікі 11 служаць для ўтрымлівання бартоў стужкі, што дазваляе мець яе таўшчыню і шырыню нязменнымі. Далей стужка пакідае ванну і паступае ў печ 12 для адпалу.



Рыс. 6.20. Схема флаат-ванны

Ванна з расплаўленым волавам уяўляе сабой герметычна закрытую тунэльную печ з электрычным падагрэвам, унутр якой пры дапамозе сістэмы 10 падаюць сумесь азоту (96%) і вадароду (4%) для засцярогі паверхні расплаўленага волава ад акіслення.

Газавая прастора над каналам і зліўным латаком абмежавана падвясным зводам і бакавымі сценамі і герметычна злучана з верхняй часткай флаат-ванны. Зліўны канал абсталяваны адсечным 3 і рэгулявальным 4 шыберамі. Пры дапамозе рэгулявальнага шыбера 4 можна змяняць колькасць шкламасы, якая падаецца ў ванну. Адначасова ён служыць для герметычнага падзелу газавых асяроддзяў флаат-ванны і ваннай печы.

Флаат-ванна мае даўжыню 45–55 м і шырыню для найбольш распаўсюджанай шырыні стужкі, роўнай 3000–3300 мм, у перадняй частцы (у зоне расцякання) – 6000–7000 мм і далей – 4000–4500 мм. Ванна футравана вогнетрывалым матэрыялам, устойлівым да ўздзеяння расплаўленага волава, і змешчана ў металічны

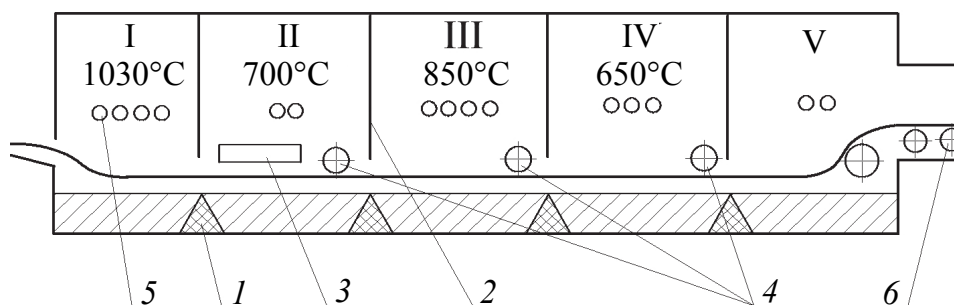
кажух. Глыбіня пласта волава ў ванне – 40–50 мм, колькасць волава ў ванне – каля 120 т.

Пад зводам ванны па ўсёй яе даўжыні ўстаноўлены электрычныя награвальнікі 8, пры дапамозе якіх падтрымліваюцца неабходныя тэмпературныя рэжымы як па даўжыні, так і па шырыні ванны. Дно ванны астуджваюць паветрам. Па баках флаат-ванны маюцца назіральныя вокны, якія служаць для выканання аперацый па перамяшчэнні стужкі падчас пуску ўстаноўкі.

Тэмпературу шкламасы ў зліўным канале перад адсечным шыберам вымяраюць пры дапамозе тэрмапары і падтрымліваюць на ўзроўні 1080–1100°C з дакладнасцю 1°C аўтаматычнай сістэмай удзімання халоднага паветра ў студачную частку печы. На зліўным латаку шкламаса мае тэмпературу каля 1050°C, у пачатку зоны расцякання – каля 1000°C, а ў канцы яе – каля 950°C.

Для выключэння ўплыву кіслароду і серы, якія змяшчаюцца ў расплаўленым пласце ў выглядзе забруджванняў, у яго дадаюць 0,005% натрыю або 0,001% магнію. Гэтыя металы, уступаючы ў злучэнне з кіслародам і серай, утвараюць шлак, які выдаляецца механічным шляхам або з дапамогай рэгенерацыі волава.

Тэмпературны рэжым выпрацоўкі флаат-шкла таўшчынёй 2–4 мм (менш раўнаважнай) паказаны на рыс. 6.21. Ванна футравана графітам і падзелена па даўжыні на пяць зон пры дапамозе графітавых перамычак трохкутнага сячэння 1, пагружаных у волава, і перагародак па газавай фазе 2. У кожнай з зон з дапамогай халадзільнікаў 3 і награвальнікаў 5 падтрымліваецца пэўная тэмпература.



Рыс. 6.21. Тэмпературны рэжым выпрацоўкі флаат-шкла таўшчынёй, меншай за раўнаважную

Прызначэнне гэтых зон наступнае.

I – $t = 1000\text{--}1030^\circ\text{C}$ – утварэнне пласта раўнаважнай таўшчыні;

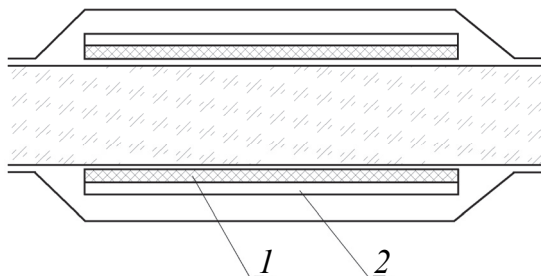
II – астуджванне да $t = 700^{\circ}\text{C}$;
 III – $t = 850^{\circ}\text{C}$ – выцягванне стужкі да зададзенай таўшчыні;
 IV – астуджванне да $t = 650^{\circ}\text{C}$ для замацавання стужкі шкла па таўшчыні;

V – уздым і перадача стужкі ў печ адпалу ролікамі 6.

Пачынаючы з канца зоны II для прадухілення сціскання стужкі сіламі паверхневага нацяжэння ўстаноўлены бортфармавальныя ролікі 4.

Хуткасці выцягвання для шкла таўшчынёй 2 мм – 910 м/гадз; 3–4 мм – 500–600 м/гадз; 6–7 мм – 200–400 м/гадз. Відавочна, што чым таўсцейшае шкло, тым больш часу патрабуецца на яго цвярдзенне і тым меншая будзе хуткасць выцягвання.

Пры фармаванні шкла таўшчынёй 8 мм і больш расцяканне шкламасы варта, наадварот, абмяжоўваць. У гэтым выпадку ванна мае аднолькавую шырыню па ўсёй даўжыні (рыс. 6.22). На паверхні волава маюцца прамыя карытападобныя графітавыя абмежавальнікі 1, якія ўтрымліваюцца вадзянымі халадзільнікамі 2. Над сталом перад графітавымі абмежавальнікамі таксама ўстаноўлены вадзяныя халадзільнікі.



Рыс. 6.22. Флаат-ванна для шкла таўшчынёй 8–30 мм

На сённяшні дзень вядомы тры спосабы вытворчасці ліставага шкла на расплаве металу, якія прынцыпова адрозніваюцца паміж сабой.

1. *Спосаб фірмы Pilkington* – падача шкламасы са шклаварнай печы ў ванну расплаву ажыццяўляецца метадам вольнага зліву па вузкім латаку, які знаходзіцца ад паверхні волава на некаторай адлегласці. Адфармаваная стужка шкла выводзіцца з ванны расплаву на першы вал печы адпалу з тэмпературай $600\text{--}615^{\circ}\text{C}$ і падыходзіць над выхадным парогам з перагінам стужкі. Узровень волава ў ванне ніжэйшы за ўзровень парога на 8–10 мм.

2. *Спосаб двухстадыйнага фармавання* распрацаваны Сара-таўскім філіялам Дзяржаўнага інстытута шкла. Стужка шкла выходзіць з ванны расплаву без перагіну на газапаветраную апору (падушку) пры тэмпературы больш за 650°C . Пры гэтым узровень волава ў ванне вышэйшы за ўзровень парога на 2–3 мм, што дасягаецца за кошт прымянення электрамагнітных індуктараў. На газапаветранай падушцы адбываецца другая стадыя фармавання стужкі, дзе яна астуджваецца. Пры гэтым забяспечваецца канчатковая фіксацыя яе геаметрычнай формы, пасля гэтага стужка перадаецца на прыёмныя валы печы адпалу. Перавагай двухстадыйнага спосабу фармавання з'яўляецца магчымасць перадачы стужкі шкла на прыёмныя валы печы адпалу з больш нізкай тэмпературай ($570\text{--}580^{\circ}\text{C}$), што менш на $20\text{--}35^{\circ}\text{C}$, чым у працэсе фірмы Pilkington. Тым самым больш надзейна забяспечваецца захаванасць ніжняй паверхні стужкі.

3. *Спосаб фірмы PPG* адрозніваецца вузлом зліву шкламасы са шклаварнай печы ў ванну расплаву. Гэты спосаб прадугледжвае падачу шкламасы з печы ў ванну расплаву ў выглядзе гарызантальнага пласта на паверхню расплаву металу на тым жа ўзроўні, што і пласт, які перадаецца. Выкарыстанне дадзенага спосабу дазваляе выпрацоўваць стужку шкла без расцяжання ў «лужыну», гэта значыць без парушэння ламінарных слаёў шкламасы, што забяспечвае атрыманне шкла (як тоўстых, так і тонкіх наміналаў) з высокімі аптычнымі паказчыкамі.

6.2.6. Абсталяванне для вытворчасці шматслойнага шкла трыплекс

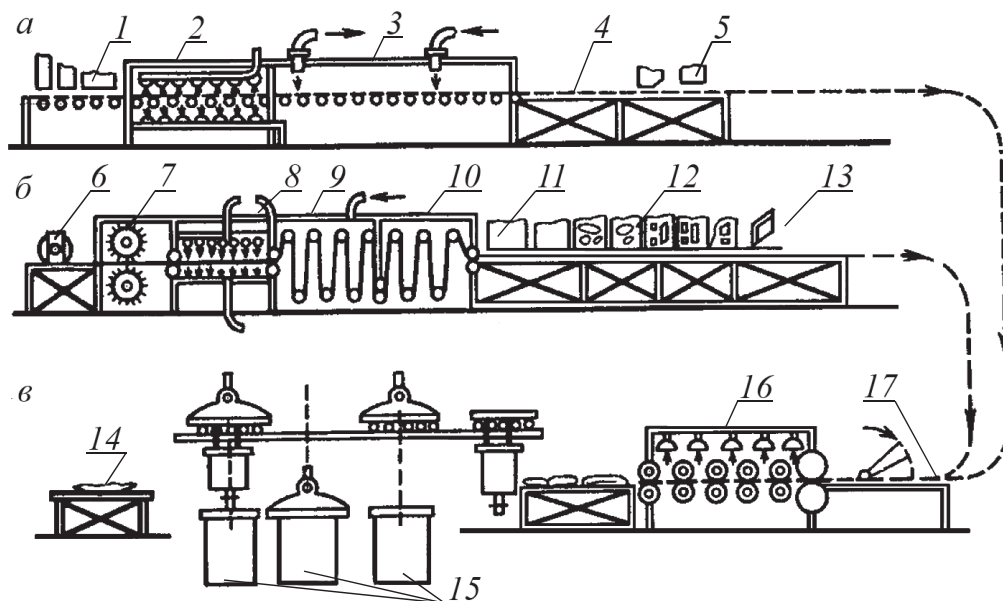
Трыплекс уяўляе сабой трохслаёвае шкло, якое складаецца з двух лістоў шкла і злучальнай празрыстай эластычнай вінілавай плёнкай. Яно адносіцца да бяспечнага (ахоўнага) шкла, якое ўжываецца ў авіяцыйнай і аўтамабільнай прамысловасці, для шклення розных агрэгатаў і прылад, якія працуюць пад ціскам. Пры разбурэнні такога шкла асколкі ўтрымліваюцца плёнкай, якая, як правіла, не рвецца.

Трыплекс выпускаецца ў выглядзе плоскага або гнутага (панарамнага) шкла рознай ступені крывізны. Для асабліва цяжкіх умоў эксплуатацыі могуць выкарыстоўвацца і шматслойныя пакеты.

Тэхналагічны працэс вытворчасці складаецца з наступных асноўных аперацый: падрыхтоўкі шкла, вінілавай плёнкай, зборкі

пакетаў, падпрасоўкі на канвееры або аўтаклаўнай апрацоўкі і аздаблення трохслаёвага шкла (рыс. 6.23).

Лінія падрыхтоўкі шкла ўяўляе сабой ролікавы канвеер. Нарыхтоўка 1 мыецца шчолачным раствором 2 для аб'ястлушчвання паверхні і падаецца ў паветраную сушылку 3. Далей шкло разразаецца па шаблонах 4, нарыхтоўкі праходзяць кантроль формы ў калібрах 5.



Рыс. 6.23. Тэхналагічная схема вытворчасці трыплексу:

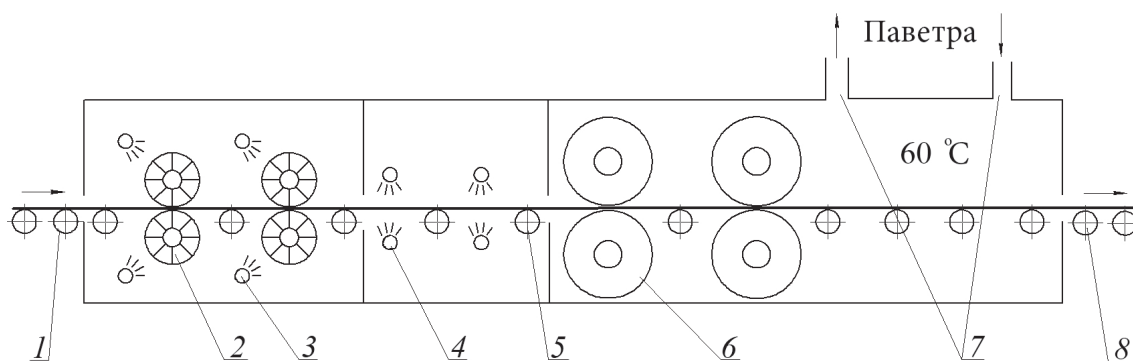
а – падрыхтоўка шкла; б – падрыхтоўка плёнка; в – трыплексаванне

Плёнка размотваецца з рулона 6, ачышчаецца сухімі шчоткамі 7, мыецца раствором, як і для шкла 8, сушыцца ў сушылцы 9 і нармалізуецца ў спецыяльнай камеры 10. Далей падрыхтаваная плёнка праходзіць рэзку на палотны па даўжыні 11, выразку фарматаў па шаблонах 12 і кантроль якасці 13.

Далей гатовыя нарыхтоўкі шкла і плёнак укладваюцца ў пакет 17, сціскаюцца з адначасовым награваннем у вальцах 16 і, нарэшце, праходзяць апрацоўку ў аўтаклаве 15. Кантроль якасці пакетаў 14 заключаецца ў праверцы іх на аптычныя ўласцівасці і на трываласць.

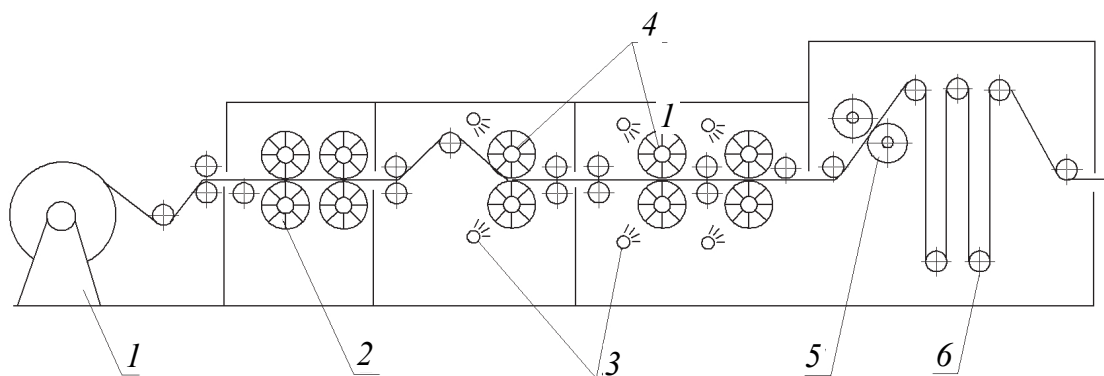
Для трыплексавання выкарыстоўваецца паліраванае з двух бакоў або непаліраванае шкло вышэйшай якасці. Шкло выразаецца па шаблоне на патрэбныя фарматы і падаецца ролікамі 1 у мыйна-сушыльны канвеер з апорнымі ролікамі 5 (рыс. 6.24), дзе спачатку ачышчаецца круглымі шчоткамі 2, змочанымі для аб'ястлушчвання

шчолачным растворам з дапамогай фарсунак 3, затым прамываецца вадой з тэмпературай 20°C фарсункамі 4, праціраецца гарачымі валкамі 6, абгорнутымі чыстай марляй, і сушыцца цёплым паветрам пры 60°C , якое падаецца і адводзіцца праз паветраправоды 7. Падрыхтаванае шкло паступае на ўчастак здыму 8, які абсталяваны пнеўмазахопамі.



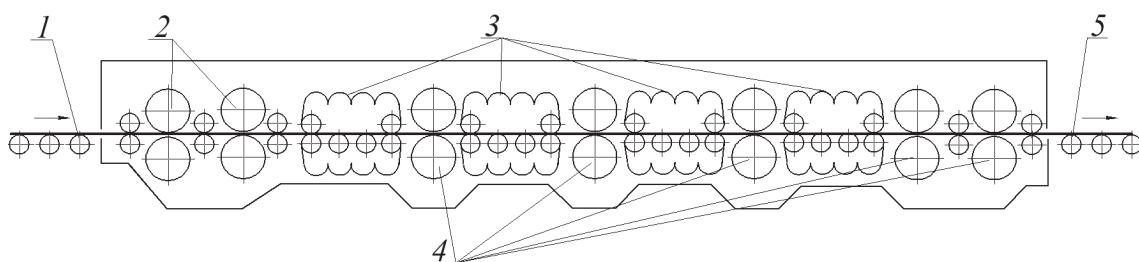
Рыс. 6.24. Схема мыйна-сушыльнага канвеера шкла

Злучальная плёнка ў залежнасці ад прызначэння трыплексу можа вырабляцца з розных палімерных матэрыялаў у выглядзе шырокай стужкі таўшчынёй 0,5 мм. Асноўныя патрабаванні да яе: празрыстасць, бясколернасць, тэрмаўстойлівасць, механічная трываласць і добрыя адгезійныя ўласцівасці са шклом. Стужка размотваецца з рулона 1 і праходзіць у мыйна-сушыльным канвееры шэраг паслядоўных аперацый: сухую ачыстку шчоткамі 2, мыццё вадой рознай тэмпературы (ад 30 да 10°C) з дапамогай фарсунак 3 і шчотачных барабанаў 4 і сушку пры тэмпературы 60°C (рыс. 6.25). На ўваходзе ў сушыльную секцыю прамытая плёнка адціскаецца барабанами з тканым пакрыццём 5. Валікі сушыльнай секцыі 6 размешчаны такім чынам, каб павялічыць час сушкі.



Рыс. 6.25. Схема мыйна-сушыльнага канвеера плёнка

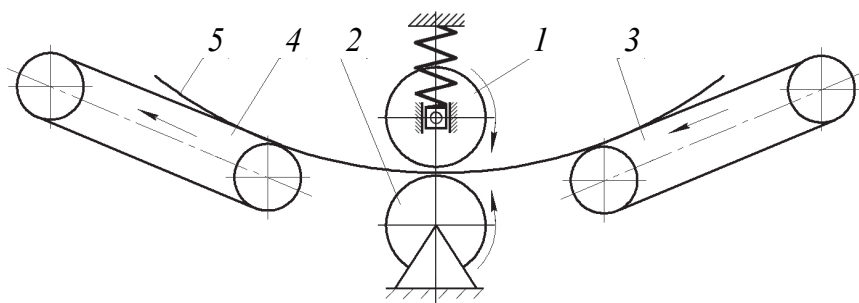
Перад канчатковым прасаваннем сабраныя пакеты з двух лістоў шкла і плёнкі паступаюць на ўчастак кладкі 1 канвеера падпрасоўкі (рыс. 6.26), дзе яны праходзяць спачатку халодныя пары вальцаў 2, а затым шэраг вальцаў 4 з награвальнымі секцыямі 3, якія паступова падымаюць тэмпературу вальцаў з 60 да 100°C. Вальцы, абцягнутыя гумай, ствараюць ціск да 0,5 МПа. На ўчастку здыму 5 пакеты астуджваюцца і пераносяцца на стасаванне пнеўмазахопамі.



Рыс. 6.26. Канвеер падпрасоўкі пакетаў

Акрамя падпрасоўкі на канвеерах, таксама выкарыстоўваюць вакуумаванне ў гумавай мяшцы для выдалення паветра паміж лістамі. Вакуум-помпа стварае ў мяшку разраджэнне 0,010–0,013 МПа.

Пры падпрасоўцы гнутага шкла пакет 5 (рыс. 6.27) пасля печы падагрэву замест вакуумавання ў гумавай мяшцы паступае на стужку нахільнага транспарцёра 3, якім падаецца ў міжвалковую прастору валікаў 1 і 2, пакрытых гумай (каландраў). Апошнія маюць індывідуальную падціскную прыладу і магчымасць змены становішча па вышыні, што забяспечвае зададзеную крывізну гнутага трыплексу. Адзін з валкоў мае індывідуальны прывад з рэгулюемай хуткасцю пракаткі. Сфармаваны па зададзенай крывізне трыплекс паступае на прымальны транспарцёр 4, з якога ён укладваецца на аўтаклаўныя піраміды.



Рыс. 6.27. Схема падпрасоўкі ў каландрах

Завяршальнай аперацыяй склейвання трыплексу з'яўляецца аўтаклаўная апрацоўка. Сабраныя пакеты на калясцы-этажэрцы падаюць у вадзяны або газавы аўтаклаў. Спачатку на працягу 5–10 хвіл пакеты награвваюць да 100°C без ціску, каб размягчыць плёнку для лепшага склейвання. Затым прасуюць на працягу 50–60 хвіл пры ціску 1,8 МПа, пасля гэтага вымаюць з аўтаклава і астуджваюць на паветры на працягу 10 хвіл.

У залежнасці ад патрабаванняў да гатовай прадукцыі тарцы трыплексу шліфуюць або паліруюць, пры неабходнасці загартоўваюць.

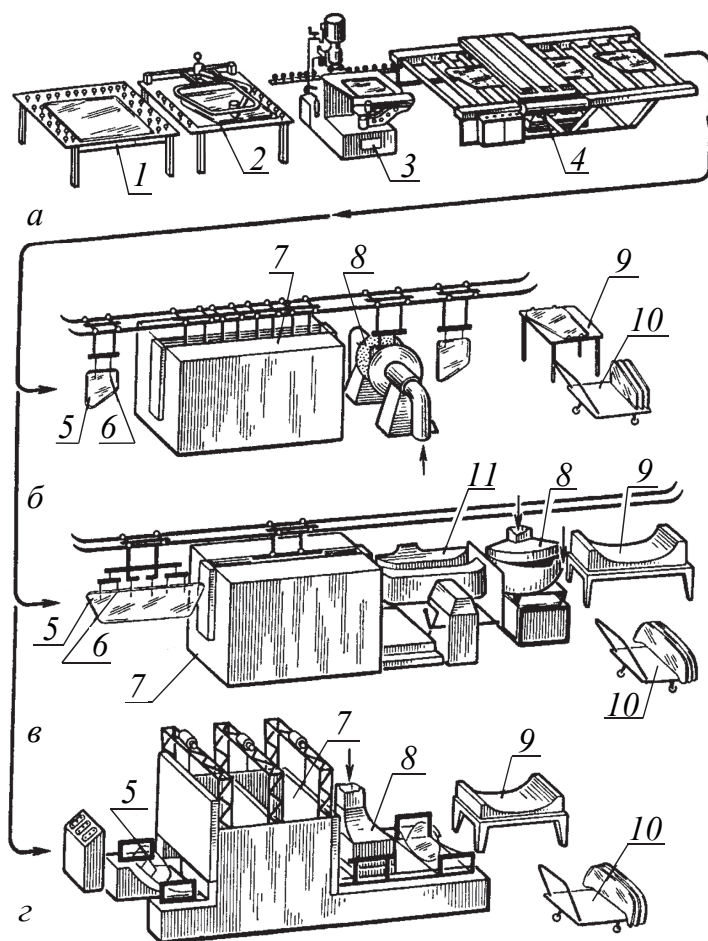
Вядомы таксама спосаб вырабу трыплексу без выкарыстання клеючай вінілавай плёнка і аперацыі прасавання ў аўтаклаве. У гэтым выпадку выкарыстоўваецца працэс полімерызацыі спецыяльнай вадкасці (смалы), якая мае высокую адгезію да датыкальных паверхняў шкла. Ініцыятарам полімерызацыі служыць іоннае выпраменьванне.

6.2.7. Абсталяванне для загартоўкі ліставага шкла

Загартоўка шкла заключаецца ў награванні і хуткім астуджванні, у выніку гэтага вонкавыя пласты шкла прыходзяць у становішча моцнага сціску, а ўнутраныя – расцяжэння. Сістэма намагання, якая ўтвараецца ў шкле, забяспечвае яго высокую механічную і тэрмічную трываласць. Такое шкло часцей за ўсё выкарыстоўваецца ў розных відах грамадскага транспарту.

Тэхналогія атрымання плоскіх загатоўак шкла для загартоўкі заключаецца ў наступным (рыс. 6.28, *а*). Лісты, якія паступаюць на загрузачны стол 1, разразаюць на спецыяльным станку 2 на патрабаваныя фарматы з улікам падаўжэння (да 2 мм) пры наступным нагрэве. Вострыя тарцы падтупліваюць шліфаваннем і пры неабходнасці паліруюць на прыладзе 3. Затым шкло накіроўваюць у мыйна-сушыльныя машыны 4, дзе яно падвяргаецца двухбаковаму мыццю цёплай вадой (40–45°C), ачыстцы капронавымі шчоткамі і сушцы гарачым паветрам (100–120°C), аналагічна падрыхтоўцы шкла для трыплексавання (п. 6.2.6).

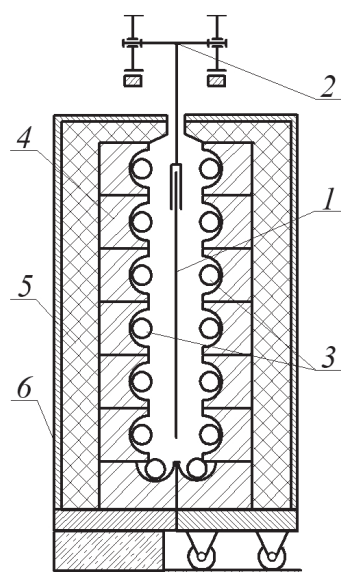
Загатоўка шкла 5 механічнымі захопамі 6 падаецца на загартоўку, якая заключаецца ў нагрэве лістоў у электрычных печах 7 да 620–660°C і наступным астуджванні паветрам у спецыяльных камерах 8 (рыс. 6.28, *б–г*). Далей гатовае шкло праходзіць кантроль формы ў прыладзе 9 і транспартуецца на калясцы 10 на ўпакоўку і складванне.



Рыс. 6.28. Тэхналагічная схема загартоўкі ліставога шкла:
 а – лінія вытворчасці нарыхтовак шкла; б – загартоўка плоскага шкла;
 в – загартоўка гнутага шкла метадам вертыкальнага прасавання;
 г – загартоўка гнутага шкла метадам маліравання

У залежнасці ад размяшчэння лістоў шкла пры нагрэве ад-розніваюць вертыкальную і гарызантальную загартоўку. Гнутае загартаванае шкло вырабляюць як натуральным маліраваннем (пад дзеяннем сілы цяжару), так і штучным прасаваннем (11, рыс. 6.28), прычым, як і для плоскага шкла, гэта можа ажыццяўляцца як гарызантальна, так і вертыкальна. Мы разгледзім дзве найбольш часта сустракаемыя канструкцыі электрапечаў для загартоўкі шкла: вертыкальную для плоскага і гарызантальную для маліраванага.

Вертыкальная печ для плоскага ліставога шкла (рыс. 6.29) уяўляе сабой камеру, якая складаецца з дзвюх частак: нерухомай, усталяванай на падмурку, і рухомай, усталяванай на хадавых колах з магчымасцю перамяшчацца на 500–550 мм пры рамонтных работах. Кантавыя сценкі печы зачыняюцца дзверцамі, якія могуць быць рассоўнымі або паваротнымі.



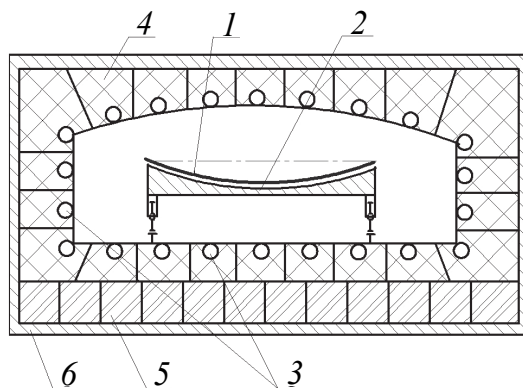
Рыс. 6.29. Вертыкальная печ для загатоўкі плоскага шкла

Унутраная частка печы выкладзена вогнетрывалымі шамотнымі плітамі. Абграванне ажыццяўляецца пры дапамозе спіраляў супраціўлення 3, устаноўленых у бакавых фасонных шамотных элементах 4. Прастора паміж шамотнымі плітамі і вонкавым металічным кажухом 6 запоўнена ізаляцыяй 5. Шкло 1 транспартуецца каляскай 2 па манарэйцы, якая размешчана над печчу. Ліст утрымліваецца пры дапамозе захопаў, устаноўленых на калясцы. Тэмпературны перапад у розных месцах печы не павінен перавышаць 10°C . Гэтага дамагаюцца паступовым павелічэннем на 10–13% магутнасці спіралі ў ніжняй частцы печы і павелічэннем шчыльнасці вітоў спіралі па даўжыні ад цэнтра да дзверцаў.

Гарызантальная электрапечка для маліравання шкла (рыс. 6.30) выкарыстоўваецца ў вытворчасці панарамнага загартаванага шкла.

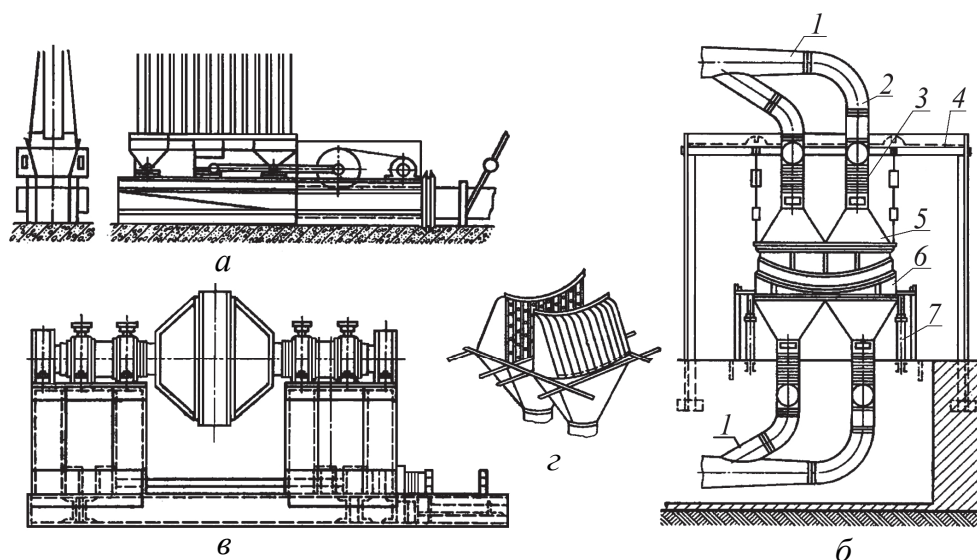
Выразанае па шаблоне шкло 1 укладваюць на папярэдне нагрэтую трубчастую штыравую рамку, якая ляжыць на рухомай калясцы 2. Канфігурацыя рамкі адпавядае профілю будучага гнутага шкла. Простора ўнутры кажуха 6 запоўнена ізаляцыяй 5 для зніжэння цепластрат.

У выніку нагрэву спіралямі 3, якія замацаваны ў фасонных шамотных элементах 4, і пераходу ў глейка-цякучы стан плоскі ліст шкла пад дзеяннем уласнай вагі займае форму, зададзеную рамкай. Далей каляска плаўна выводзіцца з печы і паступае ў абдувачную камеру, дзе адбываецца астуджванне шкла.



Рыс. 6.30. Печ для маліравання шкла

Астуджальным рэагентам абдзімальнай камеры (рыс. 6.31) служыць атмасфернае паветра, якое падаецца праз абдзімальныя рашоткі пад ціскам 7–10 кПа. Інтэнсіфікацыя астуджвання дасягаецца зваротна-паступальным або вярчальным рухам рашотак ад спецыяльных прыладаў, якія маюць магчымасць рэгуляваць хуткасць і амплітуду гэтых рухаў.



Рыс. 6.31. Розныя канструкцыі абдувальных прылад:
а і б – абдувальныя прылады зваротна-паступальнага руху; *в* – вярчальная;
г – гарызантальная для загартоўкі аўтамабільнага шкла

Паветра падаецца і адводзіцца праз трайнікі *1* і паветраправоды *2*, якія праз гнуткае злучэнне *3* звязаны з абдзімальнымі рашоткамі *5* і *6* (рыс. 6.31, *г*). Верхняя палова канструкцыі (верхняя рашотка з трубамі) падвешана на раме *4*, а ніжняя абапіраецца на фундамент і абсталявана пад’ёмнай прыладай *7*.

Працягласць абдзімання шкла таўшчынёй 6 мм складае каля 30°C. За гэты час шкло астуджаецца да тэмпературы парадку 400°C, калі працэс загартоўкі ўжо можна лічыць скончаным. Далей шкло астывае ў пірамідах.

6.3. Вытворчасць шкляных трубак

Шкляныя трубка адносяцца да танкасценных вырабаў, таўшчыня іх сценак дасягае 0,3 мм. Часцей за ўсё трубка з’яўляецца загатоўкай для вытворчасці розных вырабаў лабараторнага і медыцынскага прызначэння. Практыка паказала, што,

асабліва для танкасценных вырабаў, больш эфектыўна і прадукцыйна праводзіць фармаванне ў дзве стадыі: спачатку атрыманне трубак і затым фармаванне вырабаў з іх.

Традыцыйна існуюць тры спосабы вытворчасці шкляных трубак, якія прынцыпова адрозніваюцца паміж сабой: вертыкальнае выцягванне, гарызантальнае выцягванне (спосаб Данера) і вертыкальна-гарызантальнае выцягванне (спосаб Вело).

Шахта машыны вертыкальнага выцягвання шкляных трубак (ВВТ) аналагічная ёй жа для вертыкальнага выцягвання ліставога шкла (рыс. 6.6). Асноўнымі адрозненнямі з'яўляюцца памяншэнне колькасці пар азбеставаных валікаў да 12, што вядзе да памяншэння агульнай вышыні машыны, а таксама адмысловая форма гэтых ролікаў. Яны ўяўляюць сабой сталёвыя восі, на якія напрасаваны азбеставыя кольца рознага дыяметра так, каб паверхня валікаў мела форму ўвагнутай сферы для лепшага ахоплівання трубы, якая выцягваецца. Тры ніжнія секцыі, якія працуюць у зоне павышаных тэмператур, ізаляваны знутры азбеставым лістом. Астатнія ізаляцыі не маюць.

У працэсе фармавання труба падвяргаецца двухбаковаму астуджванню: звонку калцавым вадзяным халадзільнікам 5, знутры паветрам, якое падаецца праз муштук. На выхадзе з шахты трубу разразаюць на кавалкі і адпальваюць.

Стацыянарная падмашынная камера для вертыкальнага выцягвання труб вялікага дыяметра прадстаўлена на рыс. 6.32. Яна ўяўляе сабой рабочую камеру круглага сячэння 8, адзеленую ад асноўнай прасторы ваннай печы 10 вузкім зліўным каналам 9. Гэта неабходна для выключэння ўплыву канвектыўных патокаў, якія ўзнікаюць у працэсе шкловарэння, на гамагеннасць шкламасы ў выпрацоўчай частцы. Для карэкціроўкі і падтрымання пастаяннай тэмпературы ў сценах камеры зманцэраваны тангенцыйныя гарэлкі 11.

Трубка 6 выцягваецца з паверхні шкламасы 1 праз муштук 3, у які праз трубу 4 знізу падаецца паветра. Муштук злучаецца з рабочай камерай праз графітавую ўтулку 2. Адразу пасля муштука трубка ахалоджваецца калцавым вадзяным халадзільнікам 10 і паступае на першую пару цягнучых азбеставых валікаў 7 выцягвальнай машыны.

Дыяметр і таўшчыня сценкі трубы, якая выцягваецца, залежаць ад дыяметра муштука, размераў яго верхняй часткі і размяшчэння

адносна люстэрка шкламасы; тэмпературы шкламасы ў рабочай камеры, вышыні размяшчэння халадзільніка над шкламасай, колькасці паветра, якое падаецца ўнутр трубы; хуткасці выцягвання і шэрагу іншых фактараў.

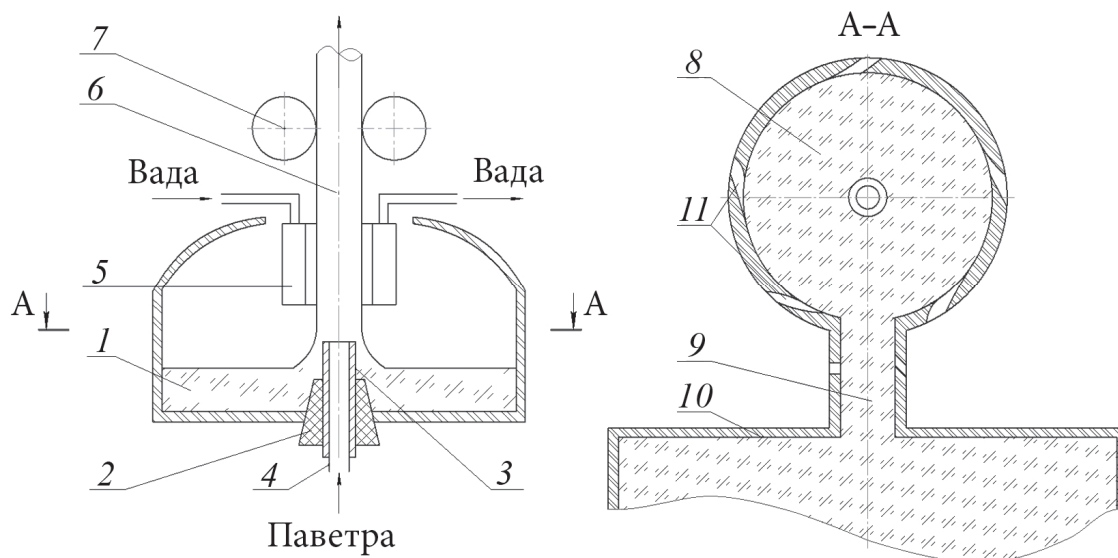


Рис. 6.32. Машина ВВТ для труб дыяметрам больш за 50 мм

Больш складаная па канструкцыі перасоўная ўстаноўка для труб меншага дыяметра (рыс. 6.33). Для такіх трубак расход шкламасы меншы, такім чынам, у зоне выпрацоўкі яна хутчэй астывае і структура трубы, якая фармуецца, можа быць неаднароднай. Каб гэта выключыць, выкарыстоўваецца вярчальная ванначка з перамешвальным органам.

У шкламасу 3, якая падаецца па латаку 4 у шамотную ванначку 1, апускаецца шамотны цыліндр 8, які верціцца сінхронна з ванначкай з часцінёй 0,5–0,8 аб/хвіл. Шкламаса ў ванначцы награвецца да тэмпературы $(820 \pm 20)^\circ\text{C}$ тангенцыйна усталяванымі над ёй гарэлкамі. Шкламаса, якая выцягваецца ўверх, спачатку мае форму цыбуліны, цэнтральная адтуліна ў якой захоўваецца дзякуючы паветру, што падаецца ў муштук 2 праз сістэму 5. Шкляная трубка 7 астуджваецца паветрам, што падаецца ў кальцавыя халадзільнікі 6, якія маюць нахіленыя адтуліны, і выцягваецца азбеставанымі ролікамі 15.

Цыліндр і ванначка прыводзяцца ў вярчэнне ад аднаго электрапрываду 13 праз сістэму шасцерняў 12, сатэлітаў 11 і вянцовых шасцерняў 9 і 10. Уся канструкцыя зманціравана на рухомай

калясцы 14, што дазваляе перамяшчаць машыну адносна зліўнога латака 4.

У залежнасці ад канфігурацыі верхняй часткі муштука, размяшчэння яго адтулін, праз якія падаецца паветра, і яго колькасці можна змяняць таўшчыню сценак выпрацоўваемых трубак. Хуткасць выцягвання трубки ў такой устаноўцы дасягае 25 м/хвіл і памяншаецца з павелічэннем дыяметра трубки.

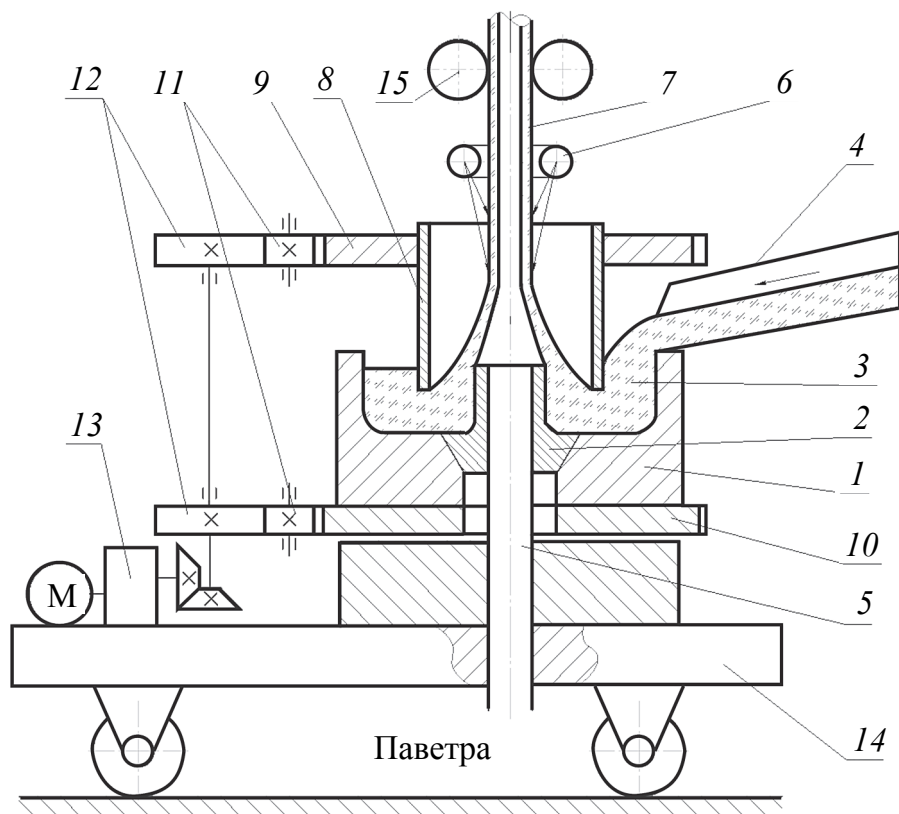


Рис. 6.33. Устаноўка ВВТ для труб дыяметрам менш за 50 мм

Спосаб гарызантальнага выцягвання, распрацаваны Данерам (рыс. 6.34), больш просты канструкцыйна, кампактнейшы і ў прамысловасці выкарыстоўваецца часцей за ўсё. Дыяметр выпрацоўваемых трубак, аднак, абмежаваны дыяпазінам 8–50 мм.

Са студчай часткі шклаварнай печы шкламаса бесперапынным струменем 1 сцякае па шамотным латаку 2 на вярчальны шамотны або металічны муштук 4, які размешчаны ў ацяпляльнай рабочай камеры 5 пад вуглом да гарызонта для няспыннага сцякання з яго шкламасы. Цыбуліна 3, якая ўтвараецца на канцы муштука, пераходзіць у бясконцую трубу 6, якая адцягваецца машынай 8 на нарэзку, адломку і сартаванне.

Поміж робочай камерой і цягнучай машынай размешчаны закрыты ральганг 7, у якім трубку астудджаюць вентыляцыйным паветрам.

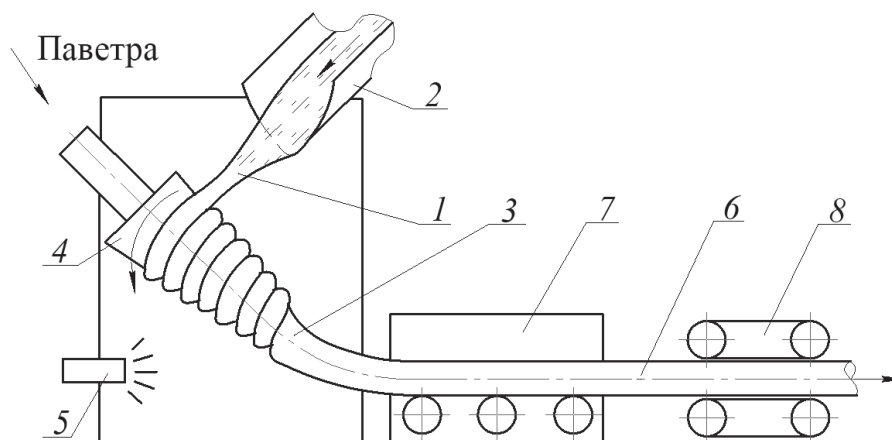


Рис. 6.34. Схема гарызантальнага выцягвання трубки

Канструкцыя машыны Данера паказана на рыс. 6.35. Яна ўяўляе сабой вярчальны муштук 1, апоры якога замацаваны ў стойцы 2. Стойка размешчана на рухомай платформе 3, якая перамяшчаецца па партале 4 з дапамогай ручнога махавіка 5. Прывад 6 вярчальнага муштука размешчаны ў верхняй частцы апорнай стойкі. Стойка муштука можа круціцца вакол уласнай восі для палягчэння тэхнічнага абслугоўвання машыны. Акрамя таго, муштук можа змяняць вугал нахілу да гарызанталі ў межах 20° з дапамогай ручнога махавіка 7.

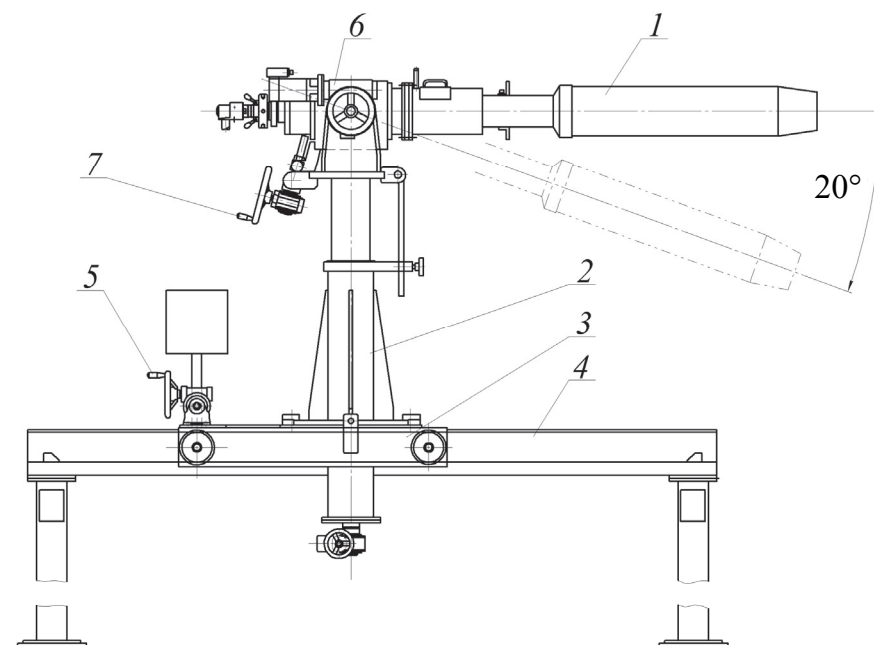


Рис. 6.35. Канструкцыя машыны Данера

Вярчэнне муштука рэгулюецца з дапамогай інвертара ў дыяпазоне ад 5 да 20 аб/хвіл. Хуткасць вярчэння ўстанаўліваецца ў залежнасці ад хуткасці лініі і ад тэмпературы шкла.

Падчас работы муштук знаходзіцца пад стужкай расплаўленага шкла на адлегласці каля 100 мм. З-за хуткага зносу муштука ў пункце падзення шкламасы неабходна штодня адводзіць назад машыну на 3 мм. Дадзеная аперацыя праводзіцца вельмі павольна, каб пазбегнуць абрыву трубкі. Тэрмін службы муштука складае каля 30 дзён.

Існуе яшчэ больш просты спосаб, пры якім трубка спачатку самацёкам праз круглую адтуліну ў дне выпрацоўчай камеры 1 (рыс. 6.36) выцякае вертыкальна, а затым пры дапамозе цягнучай прылады 3, знаходзячыся яшчэ ў пластычным стане, змяняе становішча на гарызантальнае, у якім і цвярдзее на адкрытым рольгангу 2.

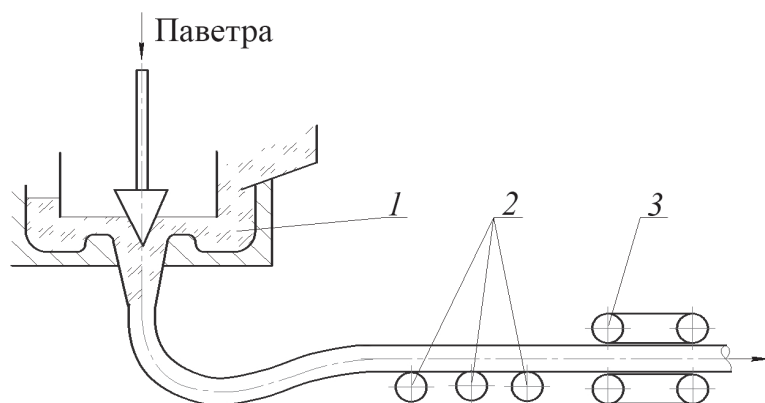


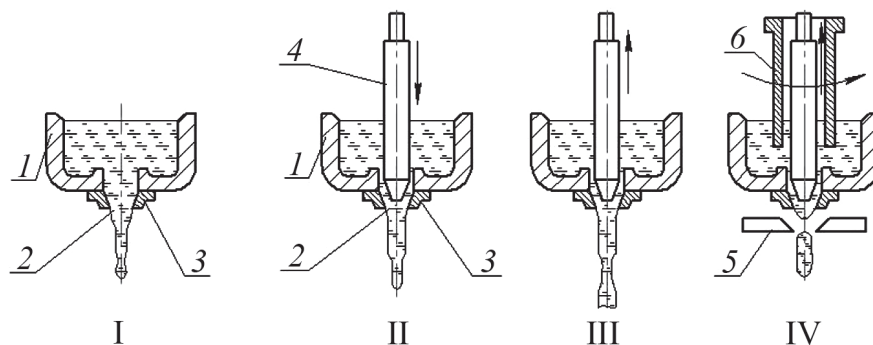
Рис. 6.36. Схема вертыкальна-гарызантальнай цягнучай устаноўкі

З-за дэфармацыі сценак гэты спосаб (спосаб Вело) выкарыстоўваецца ў дачыненні толькі для самых маленькіх трубак, дыяметр якіх не перавышае 8–10 мм.

6.4. Вытворчасць адзінкавых шклавырабаў

Розныя спалучэнні фізіка-хімічных уласцівасцяў шкла і асабліва магчымасць змены вязкасці ў шырокім дыяпазоне, а таксама шырокая наменклатура адзінкавых вырабаў дазваляюць выкарыстоўваць розныя метады фармавання. Асноўнымі з іх з'яўляюцца прасаванне, выдзіманне і прасавыдзіманне.

Незалежна ад спосабу фармавання фармуючыя машыны патрабуюць дакладнага і высокапрадукцыйнага сілкавання шкламасай. Сучасныя шклофармавальныя машыны аснашчаны, як правіла, кропельнымі сілкавальнікамі, якія працуюць па падобнай схеме (рыс. 6.37).



Рыс. 6.37. Прынцып фармавання кроплі

Паслядоўнасць фармавання кроплі наступная. У становішчы I шкламаса 2 праз зліўную адтуліну 3 самастойна выцякае з корпуса сілкавальніка 1.

Прымусовая падача шкламасы ажыццяўляецца выкананым з вогнетрывалага матэрыялу плунжарам 4, які ў верхняй частцы злучаны з адпаведным механізмам сілкавальніка. Рухаючыся ўніз, плунжар праштурхоўвае шкламасу праз зліўную адтуліну, пры гэтым утвараецца патаўшчэнне струменя (становішча II). Пры руху плунжара ўверх шкламаса часткова ўсмоктваецца назад у сілкавальнік і паміж двума патаўшчэннямі ўтвараецца тонкае месца (становішча III).

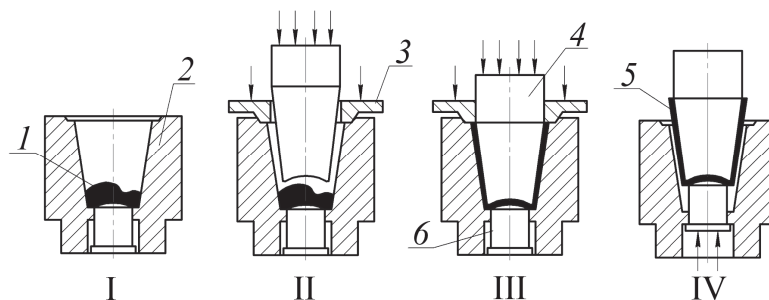
У становішчы IV нажніцы 5, якія знаходзяцца адразу пад зліўной адтулінай, разразаюць струмень па найбольш тонкім месцы. Для атрымання аднастайнай шкламасы ў сілкавальніку маецца вярчальны вогнетрывалы цыліндр 6 (бушынг).

6.4.1. Вытворчасць шклавырабаў спосабам прасавання

Прасаванне – просты і высокапрадукцыйны спосаб фармавання шклавырабаў. Аднак галіна яго прымянення абмежавана вытворчасцю вырабаў прастай формы і шыракагорлых, такіх як шклянкі, вазы, талеркі, а таксама шклаблокі, аўтамабільныя фары і інш.

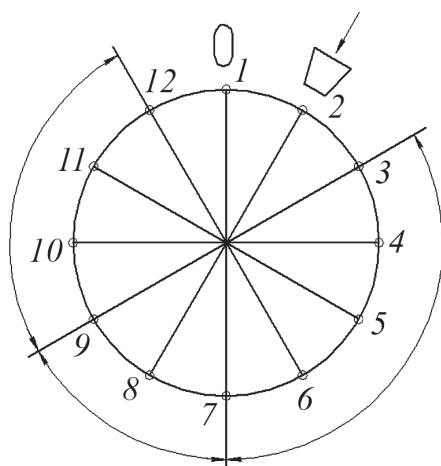
На пазіцыі I порцыя шкламасы 1 кропельным сілкавальнікам падаецца ў форму 2 (рыс. 6.38). На пазіцыі II пуансон 4 разам

з гарлавым кальцом 3 пачынае апускацца ў форму. Кальцо з дапамогай спружын шчыльна прыціскаецца да формы для прадухілення выцякання шкламасы праз яе верхні край. Далей пуансон апускаецца ў крайняе ніжняе становішча, шкламаса займае прастору паміж унутранай паверхняй формы і вонкавай паверхняй пуансона і адбываецца фармаванне вырабу.



Рыс. 6.38. Схема атрымання шклавырабаў прасаваннем

Для дасягнення вырабамі патрабуемай устойлівасці формы пуансон павінен знаходзіцца ў шкламасе некаторы час. Пасля гэтага пуансон і гарлавае кальцо падымаюцца і гатовы выраб 5 выштурхваецца паддонам 6.



Рыс. 6.39. Цыклаграма работы прэса АПП-12

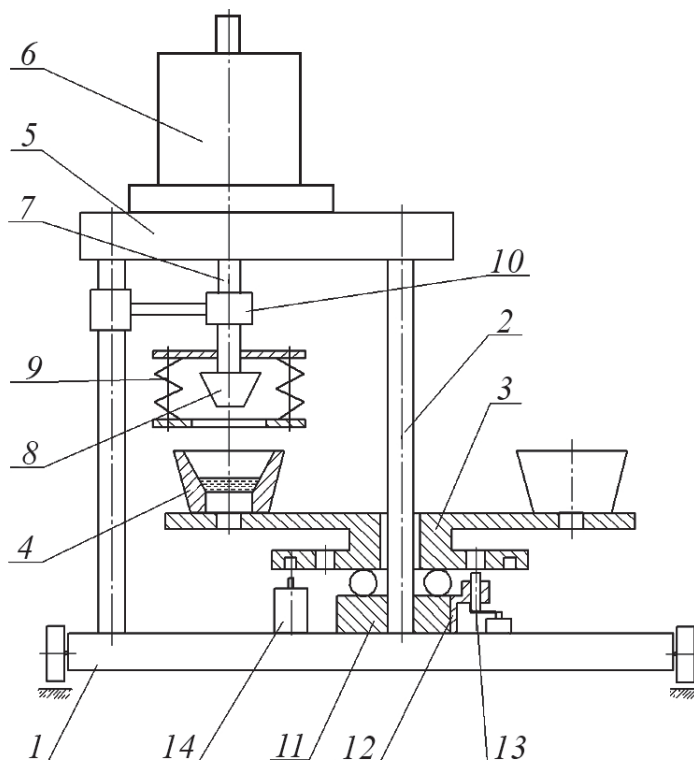
Прэс-аўтамат АПП-12 прызначаны для вытворчасці большасці шыракагорлых вырабаў бытавога прызначэння з бясколернага і каляровага шкла. Працэс фармавання вырабаў можна прадставіць у выглядзе цыклаграмы (рыс. 6.39).

На пазіцыі 1 у прэс-форму сілкавальнікам падаецца кропля шкламасы, а на пазіцыі 2 адбываецца прасаванне. Пасля гэтага выраб паступова цвярдзее, праходзячы шэраг пазіцый 3–7. З нераскрыўной прэс-формы выраб выштурхоўваецца рухомым паддонам і перамяшчаецца на канвеер. З раскрыўной формы выраб выдаецца ў момант раскрыцця з дапамогай захопу. Гэта можа адбывацца на пазіцыях 7, 8 ці 9 у залежнасці ад размераў і канфігурацыі вырабу.

На астатніх пазіцыях (9–12) адбываецца ахалоджванне форм.

Прэс АПП-12 (рыс. 6.40) складаецца з рухомай станіны 1 з цэнтральнай калонай 2, вакол якой верціцца паваротны стол 3 з прэс-формамі 4. На траверсе 5 усталяваны галоўны пнеўмацыліндр 6, які ажыццяўляе прасаванне вырабаў.

На пазіцыі прасавання шток 7 апускаецца, пуансон 8 уваходзіць у форму і, такім чынам, фармуецца выраб. Спружына 9 прыціскае гарлавое кальцо да формы ў пачатку прасавання. Накіравальная 10 служыць для гарантванага пападання пуансона ў цэнтр формы.

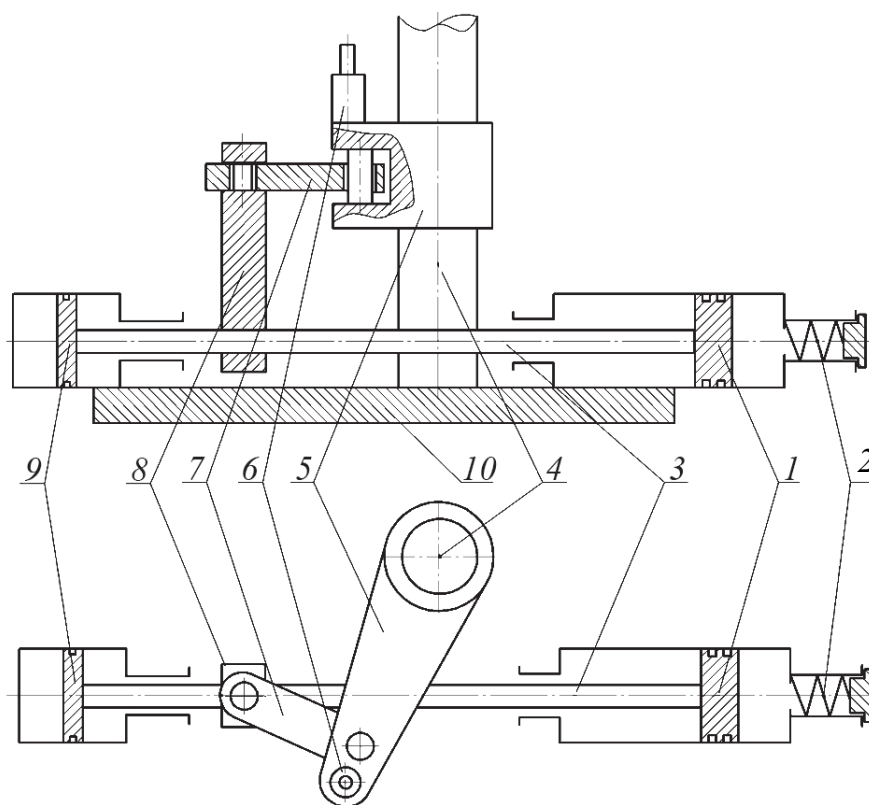


Рыс. 6.40. Прэс АПП-12

Паваротны стол абавіраецца на сферычны падпятнік, які ўсталяваны ў тумбе 11. Механізм 12 перадае зваротна-паступальны рух паваротнаму пальцу 13. Пнеўмацыліндр з пальцам 14 фіксуе стол у кожным новым становішчы.

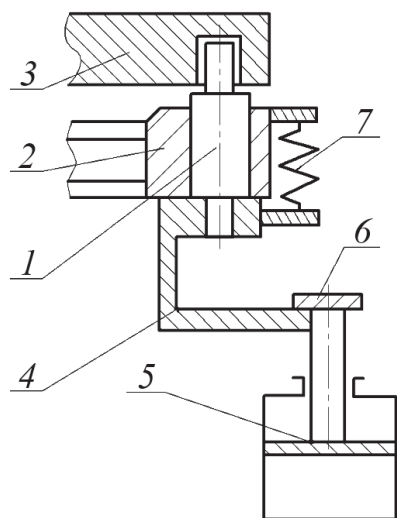
Паварот стала ажыццяўляецца з дапамогай прываду, які паказаны на рыс. 6.41.

Паварот кулісы 5 вакол стойкі 4 здзяйсняецца з дапамогай рычага 7 і каромысла 8 ад зваротна-паступальнага руху штока 3. Рух штока надаецца гідрацыліндрам 9. Буферны пнеўмацыліндр 1 з рэгулюючым перасцерагальным клапанам 2 служыць для забеспячэння плаўнага павароту стала.



Рыс. 6.41. Прывод павароту стала прэса АПП-12

Стойка і абодва гідрацыліндры размешчаны на апорнай пліце 10. Механізм фіксацыі паваротнага стала паказаны на рыс. 6.42. Прыцісканне паваротнага пальца 1 да ніжняй паверхні стала прэса, а таксама яго гарантаванае пападанне ў паз забяспечваецца з дапамогай спружыны 7, якая адным канцом замацавана на кулісе 2, а другім – да падвесу 4.



Рыс. 6.42. Механізм фіксацыі паваротнага стала

Пасля павароту стала на 30° , які ажыццяўляецца кулісай 2, падвес 4 уваходзіць у зачэпленне з дыскам 6, які злучаны з пнеўмацыліндрам 5. Пнеўмацыліндр апускаецца і праз дыск націскае на почэпку. У выніку адбываецца апусканне пальца і ён выходзіць з пазы на ніжняй паверхні стала.

Затым куліса вяртаецца ў першапачатковае становішча. Почэпка выходзіць з зачэплення з дыскам, а спружына забяспечвае прыцісканне

пальца да ніжняй паверхні паваротнага стала. Пры звароце ў пачатковае становішча палец трапляе ў чарговы паз, куліса пачынае рухацца ў зваротным кірунку і ўвесь цыкл паўтараецца.

Нягледзячы на сваю прастату, прасаванне шклавырабаў менш прадукцыйнае, чым спосабы з выкарыстаннем сціснутага паветра, дзе рабочы цыкл можна паскорыць за кошт паветранага астуджвання ўнутранай паверхні вырабу. Акрамя таго, у выпадку з раздымнымі формамі вонкавая паверхня прасаванага вырабу будзе мець шво.

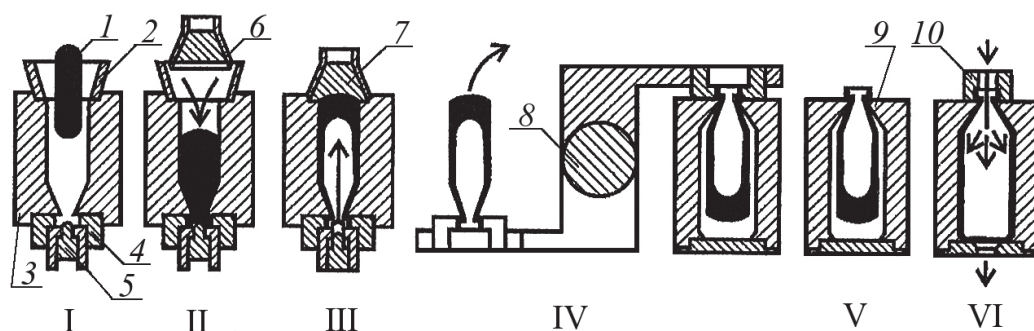
6.4.2. Вытворчасць шклавырабаў спосабам выдзімання

Для вытворчасці вырабаў з развітой унутранай паверхняй у цяперашні час выкарыстоўваюцца секцыйныя машыны. Колькасць секцый можа вар'іравацца ад 2 да 10. З мэтай павелічэння прадукцыйнасці мэтазгодна выбіраць машыны з вялікай колькасцю секцый.

У секцыйных машынах магчыма вытворчасць шклавырабаў выдзімальным (падвойнае выдзіманне) або прэсавыдзімальным спосабамі. Традыцыйна першы выкарыстоўваецца для вытворчасці вузкагорлай тары, а другі – для шыракагорлай. У цэлым пры прэсавыдзімальным спосабе забяспечваецца лепшае размеркаванне шкла ў чыстай форме, што дазваляе памяншаць таўшчыню сценкі вырабу і атрымліваць легкаважную тару.

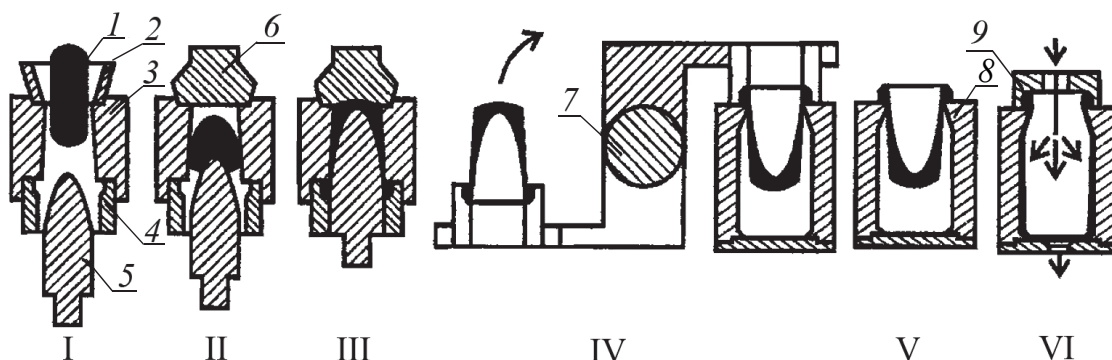
Прынцып дзеяння машын падвойнага выдзімання паказаны на рыс. 3.43. На пазіцыі I кропля шкламасы 1 трапляе ў чарнавую форму 3. Варонка 2 служыць для цэнтравання кроплі адносна сценак формы. Пасля гэтага на варонку насоўваецца выдзімальная галоўка 6, праз якую ажыццяўляецца імпульсная падача сціснутага паветра, у выніку гэтага шкламаса займае ніжнюю частку формы і адбываецца фармаванне горла (пазіцыя II). Пры гэтым плунжар 5 знаходзіцца ў верхнім становішчы. Ён служыць для фармавання ў шкламасе паглыблення, праз якое затым, пасля яго апускання, падаецца сціснутае паветра (пазіцыя III). Так адбываецца выдзіманне ў чарнавую форму. Зверху нарыхтоўка (пулька) абмежавана паддонам 7.

Далей чарная форма раскрываецца і пулька, якая ўтрымліваецца толькі гарлавым калцом 4, перагортваецца механізмам перакідання 8 на 180° (пазіцыя IV). На пазіцыі V чыстая форма 9 закрываецца вакол пулькі, якая больш раўнамерна разаграваецца за кошт цеплыні ўнутраных слаёў і расцягваецца пад уласнай вагой. Затым на пульку па ўжо адфармаванай гарлавіне садзіцца выдзімальная галоўка 10 і адбываецца канчатковае выдзіманне (пазіцыя VI).



Рыс. 6.43. Схема падвойнага выдзімання шклавырабаў

Цыклаграма прэсавыдзімальнага спосабу прыведзена на рыс. 6.44. Кропля шкламасы 1 праз варонку 2 трапляе ў чарнавую форму 3 (пазіцыя I). Знізу да формы далучаны гарлавое кальцо 4 і пуансон 5.



Рыс. 6.44. Схема вытворчасці шклавырабаў прэсавыдзімальным спосабам

На пазіцыі II варонка адводзіцца і яе месца займае паддон чыстай формы 6. Адначасова з гэтым пачынаецца пад'ём пуансона. У пазіцыі III адбываецца прасаванне. Выраб павінен правесці ў сабранай форме пэўны час, які залежыць ад таўшчыні сценак.

Пасля раскрыцця чарнай формы пулька з канчаткова сфармаваным горлам утрымліваецца гарлавым кальцом 4 (пазіцыя IV). Далей механізм перакідання 7 перамяшчае пульку ў чыстую форму 8 (пазіцыя V).

На пазіцыі VI да чыстай формы падводзіцца выдзімальнае галоўка 9 і адбываецца выдзіманне вырабу ў чыстую форму.

Секцыйная шклофармавальная машына (рыс. 6.45) прызначана для аўтаматычнай вытворчасці шклатары спосабамі падвойнага выдзімання або прэсавыдзімання. Машына складаецца з рамы (вертыкальныя стойкі 1 і папярочка 2) і ўсталяваных на ёй шасці аднолькавых фармавальных секцый 3.

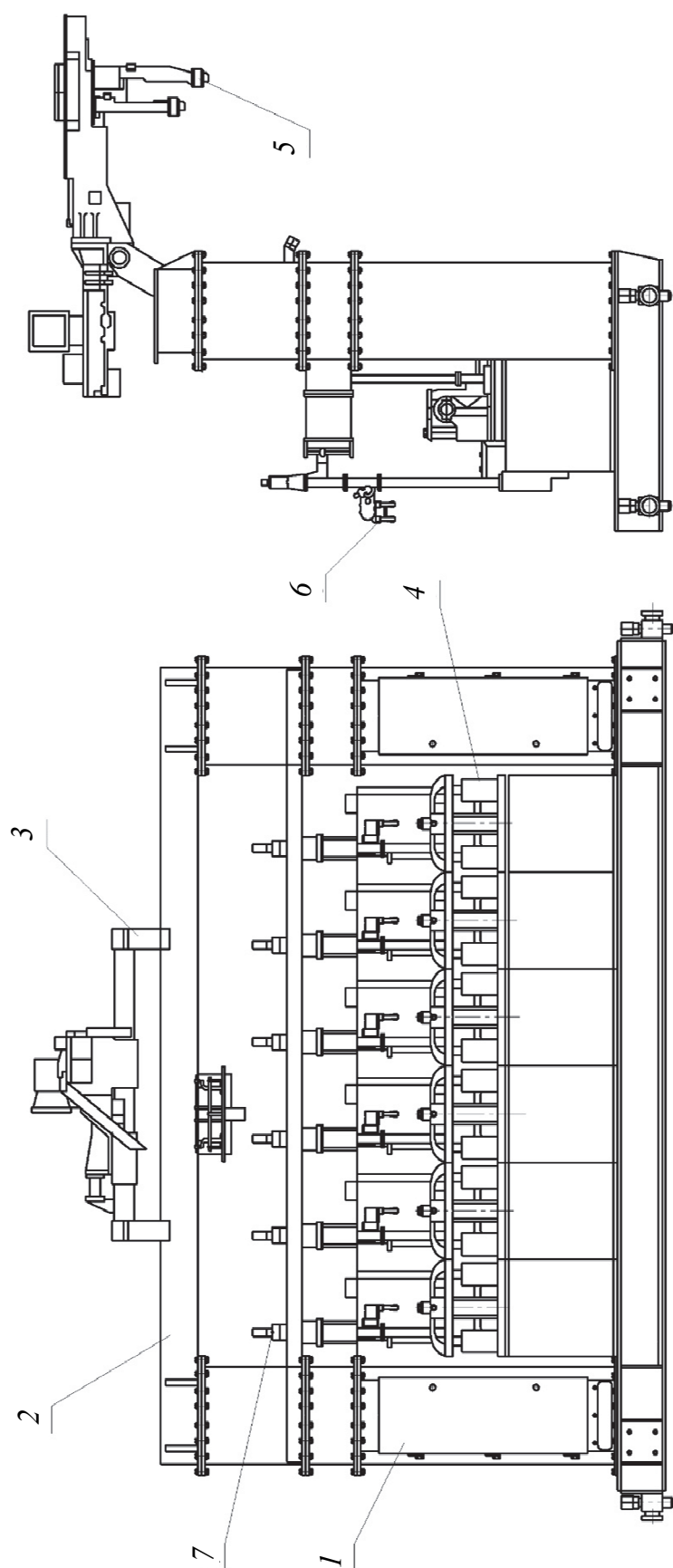
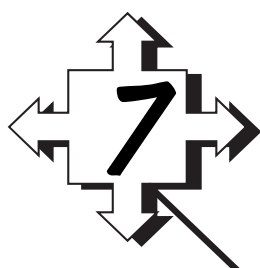


Рис. 6.45. Секційная шклофармавальная машина

На папярочцы замацаваны механізм кроплеразмеркавальніка з кроплеадбівальнікам 4. Гэтыя механізмы разам абслугоўваюць усе фармавальныя секцыі машыны. Пасродкам спалучанай сістэмы нахілаў кроплеадбівальнік размяркоўвае кроплі шкламасы, якія бесперапынна падаюць з дзятара 5, у чарнавыя формы 6 асобных секцый машыны. Кроплеадбівальнік перадае кроплі, не выкарыстаныя для фармавання, у грануляцыйны жолаб.

У кожнай секцыі машыны адначасова адбываецца фармаванне двух вырабаў. У чарнавой форме выдзімальнай галоўкай 7 выдзімаецца пулька з гатовай гарлавінай. Далей загатоўка пераносіцца ў адкрытую чыставую форму, форма закрываецца і адбываецца чыстае выдзіманне ў адпаведнасці са схемай рыс. 6.42. Пнеўма-размеркавальнік падае сціснутае паветра ў выдзімальныя галоўкі.

Чыставая форма пасля фармавання ў ёй вырабу адкрываецца і адбываецца выманне з формы механічнымі захопамі, якія некаторы час прытрымліваюць яго ў плыні астуджальнага паветра, а затым перамяшчаюць на канвеер.



АБСТАЛЯВАННЕ ДЛЯ ВЫТВОРЧАСЦІ КЕРАМІЧНЫХ ВЫРАБАЎ

Паводле галіны прымянення кераміка дзеліцца на будаўнічую, бытавую, электратэхнічную і тэхнічную. Гэты раздзел будзе ў асноўным прысвечаны вытворчасці вырабаў з будаўнічай керамікі. Існуюць наступныя тры асноўныя спосабы фармавання керамічных вырабаў:

- пластычны – фармаванне з пастападобных мас;
- паўсухі – прасаванне з парашкоў;
- ліццёвы – фармаванне з суспензій (шлікеру) адліўкай у формах.

Асобна можна выдзеліць вытворчасць лёгкіх керамічных запўняльнікаў (керамзіту і аглапарыту), паколькі гэта вытворчасць спецыфічная і тут не адбываецца фармавання.

Спосабам пластычнага фармавання вырабляюць цэглу, сцэнавыя камяні, чарапіцу, керамічныя трубы. Фармаванне адбываецца экструзійным спосабам з масы вільготнасцю 17–22%.

Вырабы з керамічнай парашкападобнай масы вільготнасцю 4–12% фармуюць прасаваннем у металічных формах на гідраўлічных або механічных прэсах. Гэтым спосабам вырабляюць плітку для падлогі і абліцоўчую для ўнутраных сценаў цэглу, электратэхнічныя і іншыя вырабы з фаянсу і фарфору.

Са шлікеру вільготнасцю 30–40% у раздымных гіпсавых або металічных формах вырабляюць керамічныя вырабы з развітой унутранай паверхняй: санітарна-будаўнічыя і электратэхнічныя.

Адпаведна адрозніваюць і спосабы прыгатавання сыравінных сумесей (керамічных мас): сухі і шлікерны. Прычым апошні, як правіла, прымяняецца і для атрымання прэс-парашкоў для сухога прасавання.

Пры падрыхтоўцы сыравіны шлікерным спосабам непластычныя кампаненты сумесі дробяць, а затым тонка здрабняюць

у шаравых млынах мокрага памолу. Гліну распускаюць у вадзе і змешваюць з танказдробненымі непластычнымі матэрыяламі. Атрыманы шлікер адпраўляюць у спецыяльныя басейны, якія абсталяваны перамешвальнымі прыладамі.

Пры сухім спосабе падрыхтоўкі сыравіны непластычныя матэрыялы здрабняюць з абавязковай магнітнай сепарацыяй, а пластычныя падсушваюць і падвяргаюць тонкаму памолу на бегунах або ў шахтных, малатковых млынах. Далей усе кампаненты сумесі змешваюць і ўвільгатняюць для дасягнення неабходнай кансістэнцыі.

7.1. Фармаванне будаўнічай керамікі з пластычных мас

Сутнасць вытворчасці керамічнай цэглы, пустацелых камянёў і інш. пластычным спосабам заключаецца ў выцісканні (экструзаванні) бесперапыннага керамічнага бруса праз муштук адпаведнай формы з наступным разразаннем паўфабрыкату на асобныя нарыхтоўкі і тэрмічнай апрацоўцы апошніх.

Тэхналагічная схема вытворчасці цэглы спосабам пластычнага фармавання паказана на рыс. 7.1.

Гліна і збыднелыя дабаўкі паступаюць з кар'ера ці са склада на завод, дзе падвяргаюцца апрацоўцы, у працэсе якой натуральная структура парушаецца і становіцца больш аднастайнай. Для гэтага пажадана, каб гліна, якая знаходзіцца ў запасніку, вылежалася і прамарозілася некаторы час.

Збыдняльныя, узбагачальныя або выгараючыя (у выпадку з парызаванай цэглай) дабаўкі праходзяць драбненне і грахачэнне і разам з глінай падаюцца ў скрыневы падавальнік.

Абсталяванне для драбнення масы перад фармаваннем на розных вытворчасцях можа адрознівацца, але, як правіла, на першай ступені драбнення выкарыстоўваюцца бегуны бесперапыннага дзеяння, а далей – валковыя драбілкі тонкага памолу.

У якасці спецыфічнага масанарыхтоўчага абсталявання могуць выкарыстоўвацца глінарасціральнікі (рыс. 7.2). Гліна пасля валковай драбілкі падаецца зверху і трапляе на вярчальны дыск 1.

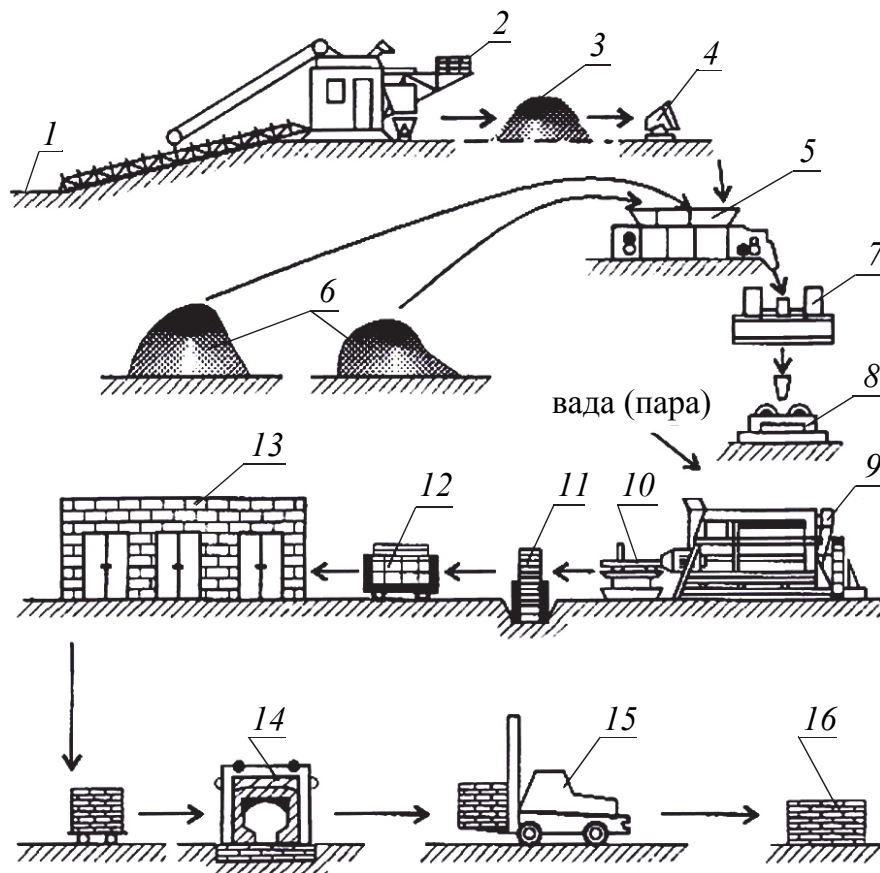


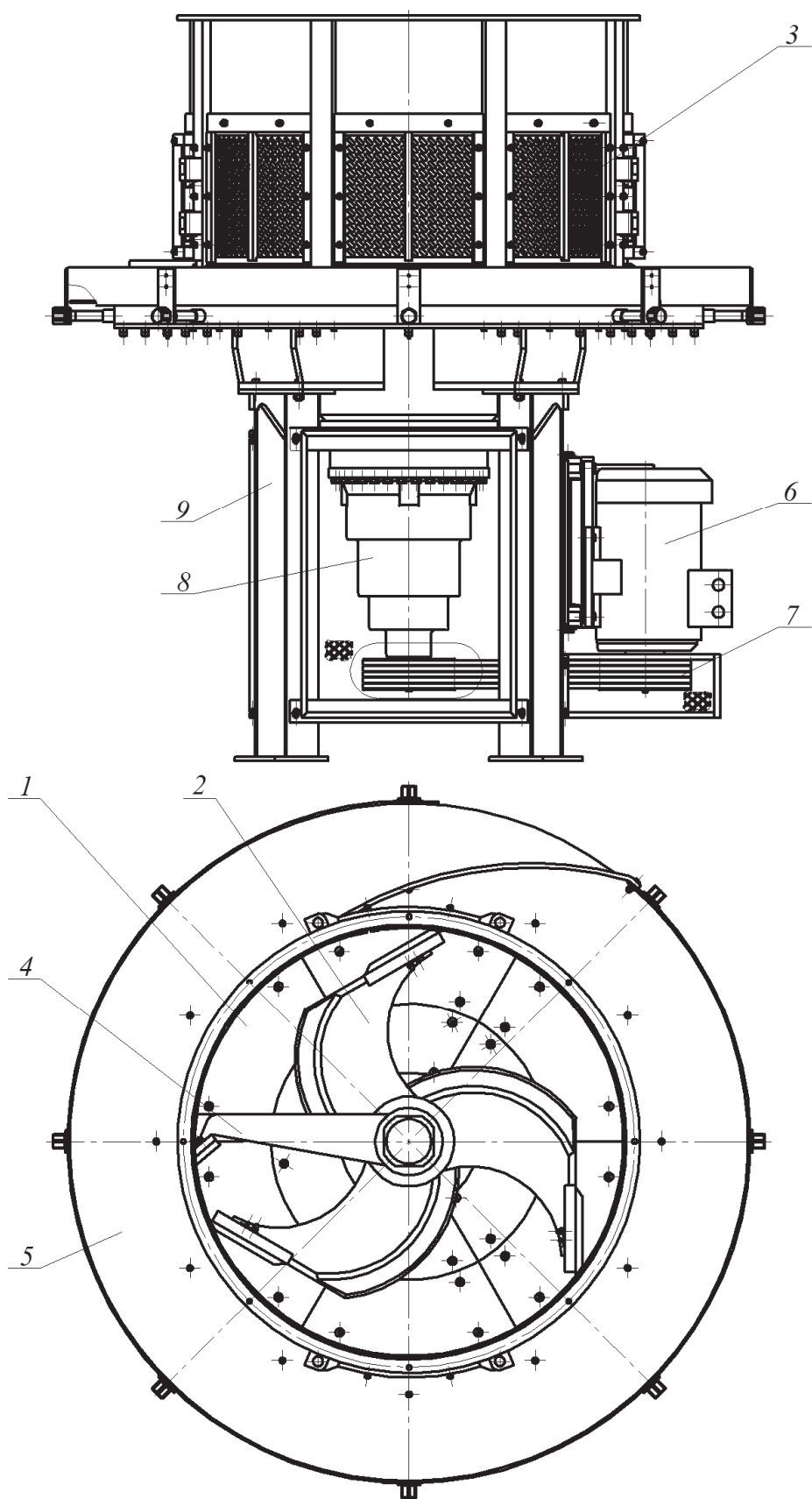
Рис. 7.1. Тэхналагічная схема вытворчасці керамічнай цэгля пластычным спосабам:

- 1 – кар’ер гліны; 2 – экскаватар; 3 – назапашвальнік гліны; 4 – ваганетка;
 5 – скрыневы падавальнік; 6 – дабаўкі; 7 – бегуны; 8 – валковая драбілка;
 9 – стужкавы прэс; 10 – рэзальны аўтамат; 11 – аўтамат-укладнік;
 12 – ваганетка; 13 – сушыльныя камеры; 14 – тунэльная печ;
 15 – пагрузчык; 16 – склад

Пад уздзеяннем крыльчатых лопасцей 2 гліняная маса перамешваецца, перамяшчаецца да перыферыі і праціраецца праз перфараваны корпус 3 у выглядзе стржняў невялікага дыяметра, гатовых для пластычнага фармавання. Скрабок 4, які верціцца разам з крыльчаткай, ачышчае ўнутраную паверхню рашоткі ад рэшткаў глінянай масы. Маса праціскаецца лопасцямі праз рашотку і ў выглядзе цыліндрычных гранул трапляе на статычную талерку 5.

Прывад глінарасціральніка складаецца з электрарухавіка 6, раменнай перадачы 7 і рэдуктара 8. Уся канструкцыя ўсталявана на зварной раме 9.

Непасрэдна перад падачай у прэс маса пры неабходнасці дадаткова ўвільгочваецца і змешваецца. З выкарыстаннем сучасных двухвальных агрэгатаў гэта адбываецца непасрэдна ў прэсе.



Рыс. 7.2. Глінарасціральнік

Адфармаваны бесперапынны керамічны брус разразаецца на вырабы з дапамогай струнна-рэзальных аўтаматаў. Далей цэгла-сырэц падвяргаецца спачатку сушцы, а затым абпалу ў тунэльных печах. Для ўкладвання сырцу на сушыльныя ваганеткі і перакладвання цэглы з сушыльных на пячныя службаць, адпаведна, аўтаматычныя ўкладчыкі і садчыкі.

7.1.1. Стужкавыя прэсы

Асноўным абсталяваннем пры фармаванні керамічных вырабаў з'яўляецца прэс. У Беларусі і ў бліжэйшым замежжы выкарыстоўваюцца шрубавыя (стужкавыя) прэсы, работа якіх заснавана на выкарыстанні пластычных уласцівасцей гліны. Керамічная цэгла і сценавыя камяні вырабляюць на гарызантальных прэсах, вертыкальныя выкарыстоўваюцца для фармавання раструбных і фасонных вырабаў.

У цяперашні час для больш якаснай перапрацоўкі керамічнай масы, надання ёй пластычнасці і неабходнай шчыльнасці пры фармаванні ў стужкавых прэсах выкарыстоўваюць вакуумаванне. Акрамя таго, прымяненне вакуумнай апрацоўкі значна павышае трываласць сырцу і паляпшае якасць вырабаў дзякуючы выдаленню бурбалак паветра. Вакуумаванне дазваляе фармаваць вырабы са збядняльных глін, непрыдатных для вырабу танкаценных пустачелых вырабаў, што значна пашырае базу керамічнай вытворчасці.

Асноўнымі складовымі часткамі стужкавых вакуум-прэсаў з'яўляюцца змяшальнік, загрузальная скрынка, шрубавая лопасць, вакуум-камера, корпус і муштук. Для прэсаў вялікай магутнасці прывады змяшальніка і прэса асобныя. На рыс. 7.3 паказаны тыпавыя схемы стужкавых вакуум-прэсаў.

У аднавальным вакуум-прэсе (рыс. 7.3, а) гліняная маса загружаецца ў прыёмную скрынку 1 з сілкавальнымі валкамі 2, якія служаць для больш поўнага запаўнення міжвітковай прасторы шнэкавага вала керамічнай масай. Лопасцевы вал 3 дадаткова змешвае масу, транспартуе яе ад прыёмнай часткі да перфараванай рашоткі 4 і праціскае масу праз адтуліны рашоткі ў выглядзе гліняных пруткоў, якія трапляюць у вакуум-камеру 5. Злева вакуум-камера абмежавана рашоткай, а справа – самой керамічнай масай, якая шчыльна запаўняе міжвітковую прастору і ўвесь корпус прэса. Далей гліняная маса перамяшчаецца ў корпусе прэса 7 шнэкам 6 ад вакуум-камеры да муштука 8 і ўшчыльняецца па ходзе руху.

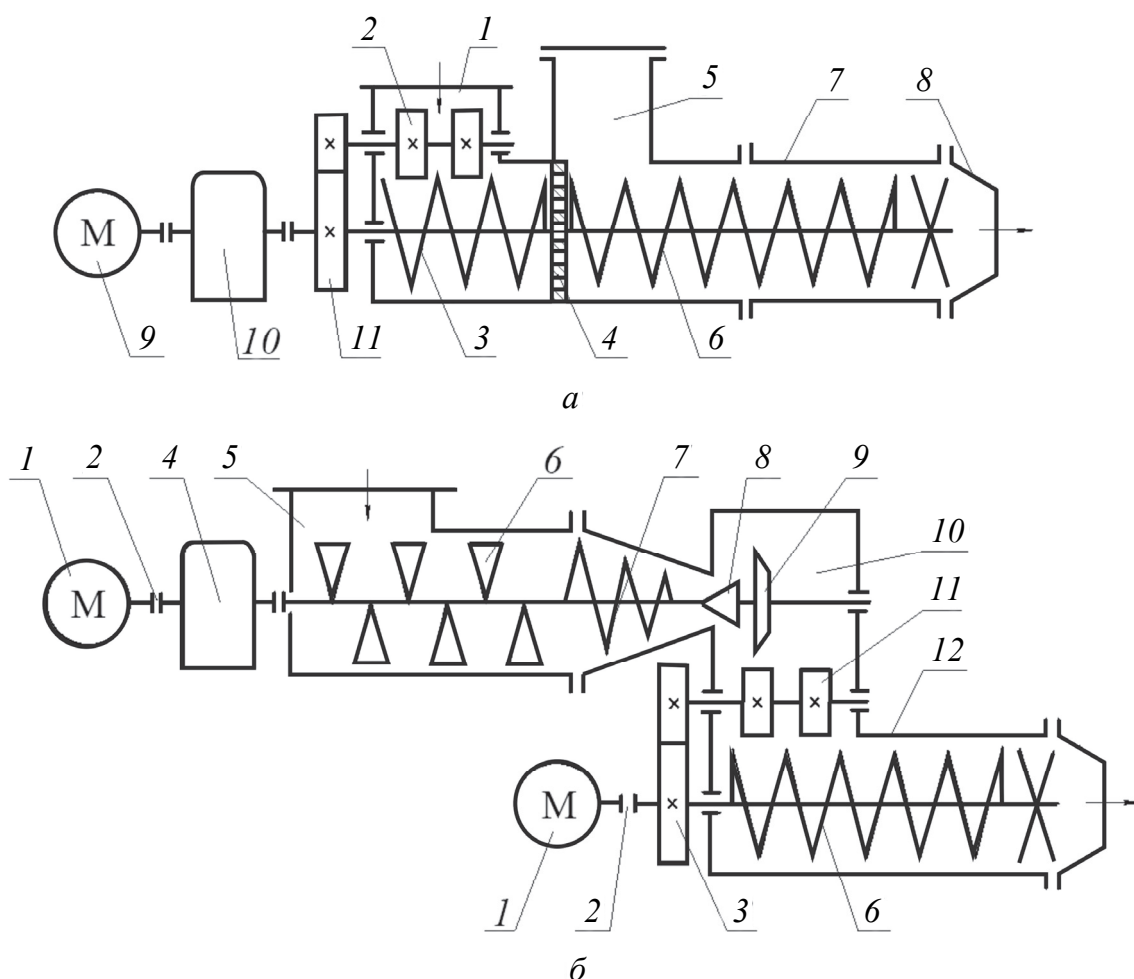


Рис. 7.3. Прынцыповыя схемы стужкавых вакуумных прэсаў

Прывад прасавальнага шнэка ажыццяўляецца ад электрарухавіка 9 праз цыліндрычны шматступеневы рэдуктар 10. Вярчэнне сілкавальных валкоў сінхранізавана з прасавальным шнэкам праз зубчастую пару 11.

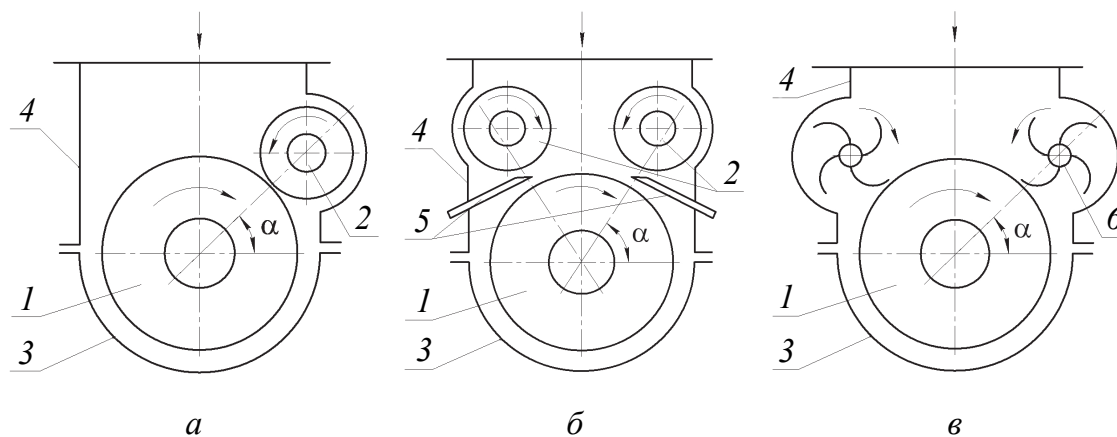
Вакуум-прэсы падобнай канструкцыі не забяспечваюць раўнамернага вакуумавання масы, паколькі паветра выдаляецца толькі зверху. Акрамя таго, стрыжні глінянай масы, якія выходзяць з рашоткі, не зразаюцца, а адгінаюцца ўніз пад дзеяннем уласнай вагі і накладваюцца адзін на адзін, тым самым здрабняюцца недастаткова. Таму аднавальныя вакуум-прэсы ў цяперашні час не выкарыстоўваюцца.

Больш дасканалымі агрэгатамі з'яўляюцца камбінаваныя двухвальныя вакуум-прэсы (рыс. 7.3, б). Яны могуць мець як паралельнае, так і перпендыкулярнае размяшчэнне змяшальнага і прасавальнага валкоў.

Прэс складаецца з дзвюх асноўных частак: змешвальнай і прасавальнай, кожная з якіх мае індывідуальны прывад. Лопасцевы вал змяшальніка прыводзіцца ў вярчэнне ад электрарухавіка 1 праз цыліндрычны рэдуктар 4, а прасавальны вал 6 разам з сілкавальнымі валкамі 11 – праз зубчастую пару 3. Абавязковымі элементамі абодвух прывадаў з’яўляюцца фрыкцыйныя ці іншыя перасцерагальныя муфты 2, якія засцерагаюць вал электрарухавіка ад перагрузак у выпадку забівання прэса матэрыялам.

Гліняная маса падаецца ў сілкавальную скрынку 5, змешваецца лопасцямі 6 змяшальнага вала і транспартуецца да канічнай часткі корпуса змяшальніка. Там з дапамогай ушчыльняльнага шнэка 7 яна праціскаецца праз вузкі кальцавы зазор, які ўтвораны корпусам і конусам 8, зразаецца дыскавым нажом 9 і ў выглядзе габлюшкі трапляе ў вакуум-камеру 10. Такім чынам, у дадзенай канструкцыі вакуум-камера абмежавана з аднаго боку вузкім зазором на выхадзе з корпуса змяшальніка, а з другога – ушчыльнёнай масай у корпусе прэса 12. За кошт таго, што матэрыял трапляе ў вакуум-камеру ў выглядзе габлюшкі, ён падвяргаецца больш поўнаму вакуумаванню. Яшчэ адна перавага прэса без перфараванай перагародкі – адсутнасць неабходнасці ачысткі апошняй з прычыны забівання адтулін, а для гэтага трэба спыняць прэс.

Прыёмныя скрынкі 4 (рыс. 7.4) служаць для падачы глінянай масы ў корпус прэса 3. Часцей за ўсё сілкаванне шнэка 1 керамічнай масай ажыццяўляецца з дапамогай валкоў 2. У выпадку з адным валком (рыс. 7.4, а) канструкцыя скрынкі найбольш простая, энергатараты мінімальныя, аднак эфектыўнасць такога сілкавання невысокая, а там, дзе валок адсутнічае, магчыма ўзнікненне застоных зон, у якіх маса будзе цыркуляваць, але не захоплівацца шнэкам.



Рыс. 7.4. Схемы прыёмных скрынак стужкавых прэсаў

Таму пераважна выкарыстоўваюцца двухвалковыя сілкавальныя скрынкі (рыс. 7.4, б), у якіх валкі круцяцца насустрач адзін аднаму з часцінёй вярчэння ў 2–3 разы большай за часціню вярчэння шнэкавага вала. Для прадухілення наліпання масы на паверхню валкоў у скрынцы нерухома ўсталёўваюць нажы 5. Дыяметр сілкавальнага валка прымаецца роўным 0,70–0,75 дыяметра лопасці шнэка, даўжыня валка прыкладна роўная кроку шрубы.

Для гарантаванага зацягвання матэрыялу сілкавальным валком павінна выконвацца такая ж умова, як і для валковых драбілак:

$$\alpha \leq 2\varphi, \quad (7.1)$$

дзе φ – вугал трэння масы аб паверхню валка.

Эксперыментальна ўстаноўлена, што найлепшае захопліванне забяспечваецца пры $\varphi = 35\text{--}50^\circ$ і зазоры паміж валкамі і шрубай 2–3 мм.

Для павышэння эфектыўнасці сілкавання межвітковай прасторы шнэка керамічнай масай замест валкоў у скрынку могуць усталявацца прамыя або крывалінейныя лопасці 6 (рыс. 7.4, в). Аднак у гэтым выпадку можа адбывацца зарастанне міжлопасцевай прасторы. Для прадухілення гэтага лопасці павінны быць павернуты супраць ходу вярчэння.

Карпус з'яўляецца прамежковым звяном паміж сілкавальнай камерай і галоўкай прэса. У прамысловасці прымяняюцца цыліндрычныя, канічныя, камбінаваныя і ступеністыя карпусы прэсаў (рыс. 7.5).

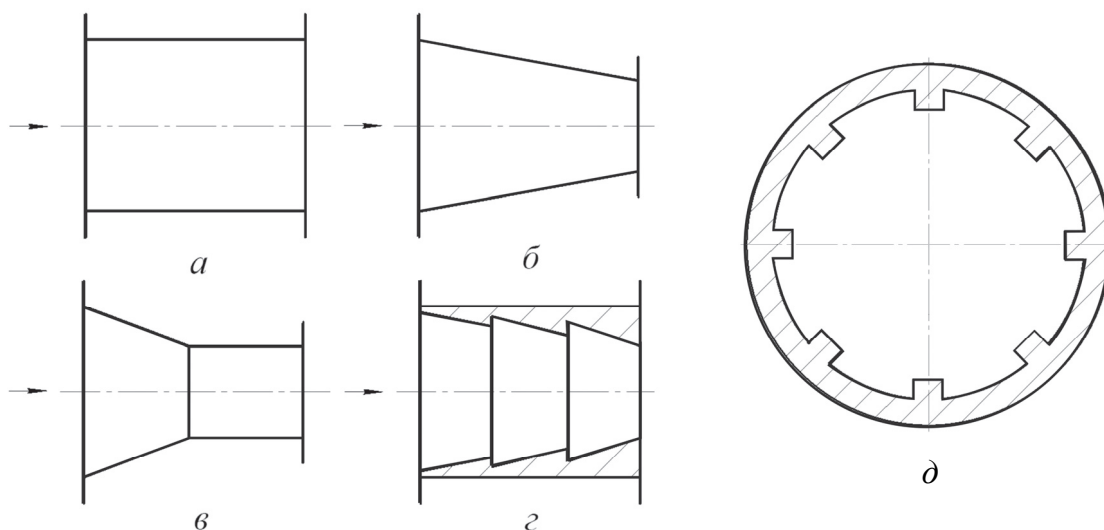


Рис. 7.5. Карпусы стужкавых прэсаў

Цыліндрычны корпус (рыс. 7.5, а) найбольш распаўсюджаны, ён просты і надзейны ў рабоце. У ім лягчэй за ўсё кантраляваць зазор паміж корпусам і кантамі лопасцей шрубы. Такія корпусы выкарыстоўваюць для прасавання «тлустых», больш пластычных глін.

Канічны корпус (рыс. 7.5, б) забяспечвае лепшае ўшчыльненне, але сілы трэння, якія перашкаджаюць прасоўванню масы да галоўкі, значна ўзрастаюць. Больш за тое, пры зносе лопасцей назіраецца адваротны рух масы каля сценак корпуса. Такія корпусы прымяняюцца для прасавання збядняльных, менш пластычных глін і ў цяперашні час выкарыстоўваюцца рэдка.

Камбінаваны корпус (рыс. 7.5, в) з'яўляецца спалучэннем першых двух варыянтаў і мае тыя ж перавагі і недахопы.

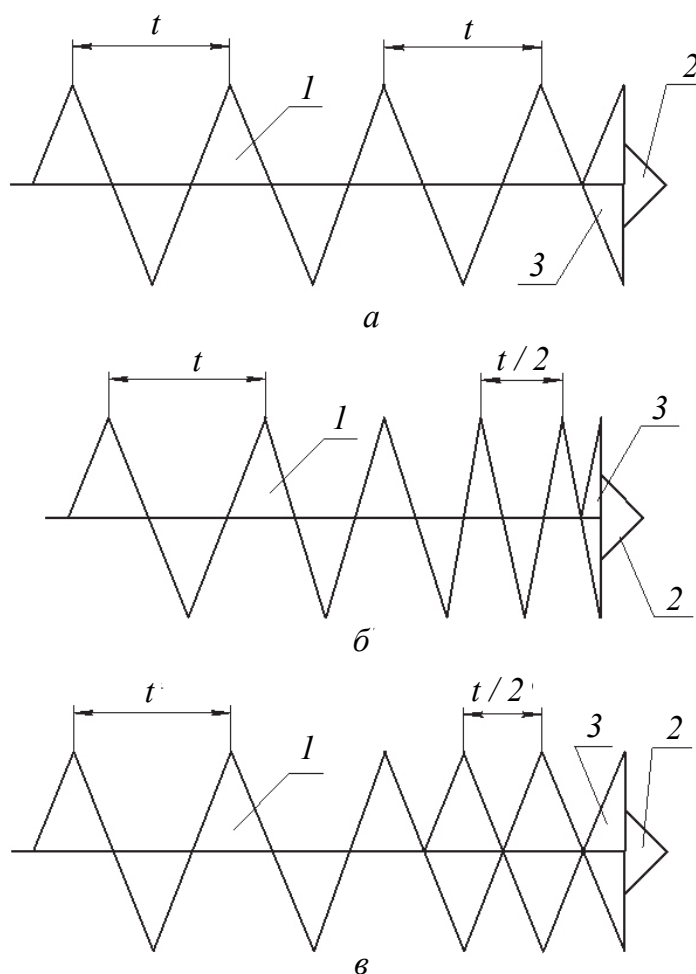
Найбольш перспектыўнай з'яўляецца ступеністая канструкцыя корпуса (рыс. 7.5, г). Ён уключае 2–3 секцыі з кальцавымі ўступамі, якія маюць форму ўсечанага конуса. Такая канструкцыя перашкаджае зваротнаму руху масы далей, чым за адну секцыю. Такім чынам, маса не вяртаецца ў прыёмную скрынку.

Для прадухілення праварочвання глінянай масы ўнутраную паверхню корпуса звычайна выконваюць рыфленай у выглядзе падоўжных контрнажоў або пазоў (рыс. 7.5, д).

Асноўным рабочым органам прэса з'яўляецца *шнэкавы вал* (рыс. 7.6). Ён перамяшчае, ушчыльняе і прасуе масу. Па канструкцыйным выкананні валы могуць быць як простымі з нязменнымі параметрамі шрубавай лініі (рыс. 7.6, а), так і складанымі са зменлівым крокам шрубавай лініі, а таксама з павелічэннем ліку яе заходаў (рыс. 7.6, б, в) і з сячэннем, якое павялічваецца па даўжыні.

Змена кроку і колькасці заходаў перш за ўсё ўплывае на прадукцыйнасць прэса. Як правіла, выхадная частка шнэкавага вала выконваецца двух- або трохзаходнай. Гэта павялічвае супраціўленне, але робіць падачу масы больш раўнамернай. Аднак варта ўлічваць, што павелічэнне колькасці заходаў зніжае прадукцыйнасць прэса з прычыны памяншэння жывога сячэння.

Шнэкавы вал 1 заканчваецца конусам 2 і выціскальнай лопасцю 3. Апошняя служыць для максімальнага ўшчыльнення масы, якая ўваходзіць у муштук прэса. Конусны наканечнік перашкаджае ўтварэнню разрэджання адразу пасля шнэкавага вала, што можа прывесці да браку цэгла пасля сушкі і абпалу.



Рыс. 7.6. Канструкцыі шнэкавых валоў

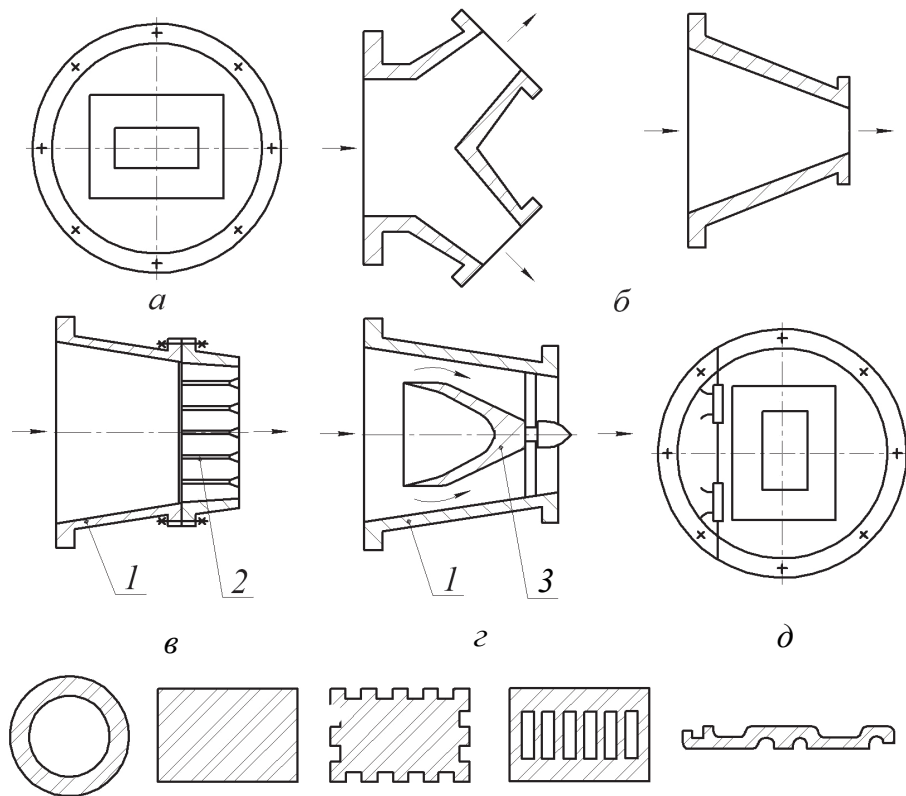
Прэсавая галоўка (рыс. 7.7) з'яўляецца пераходнай часткай паміж корпусам і муштуком прэса. Асноўнае яе прызначэнне – ушчыльненне (зрошчванне) спіральных стужак масы, якая выходзіць з корпуса, і забеспячэнне паступовага пераходу плыні масы ад круглага сячэння да сячэння зададзенай формы, што вызначаецца муштуком. Ва ўсіх відах прэсавых галовак маса ўшчыльняецца за кошт памяншэння папярочнага сячэння па кірунку да муштука.

Па колькасці выхадных плыней галоўкі бываюць аднамуштучныя (рыс. 7.7, а) і двухмуштучныя (рыс. 7.7, б). Двуххадовыя выкарыстоўваюцца ў тым выпадку, калі рэзальнае абсталяванне не можа забяспечыць тую ж прадукцыйнасць, што і прэс.

Для ўтварэння ўнутраных пустот пры вытворчасці пустацелых вырабаў (цэгла, керамічны камень, трубы) усярэдзіне муштука 1 усталёўваецца пустотаўтваральнік: kern 2 (рыс. 4.7, в) або конус-абцякальнік 3 (рыс. 7.7, г). Пустотаўтваральнікі мацуюцца

да муштука ў пачатковай яго частцы, каб гліняная маса пры фармаванні паспявала аб'яднацца і мацаванні не ўплывалі на якасць вырабу.

Для спрашчэння і паскарэння рамонтных і наладачных работ муштук можа быць выкананы ў выглядзе адкідных дзверцаў (рыс. 7.7, д).

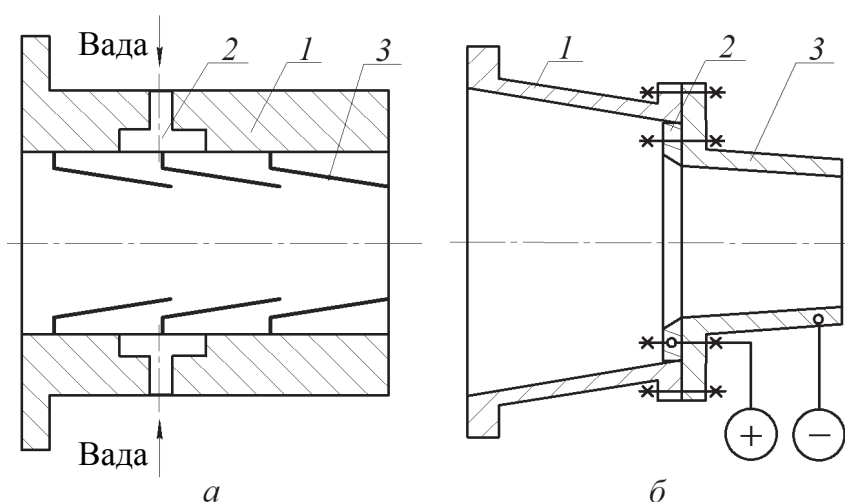


Рыс. 7.7. Канструкцыі прэсавых галолак і муштукоў стужкавых прэсаў

Муштук прэса надае вырабам неабходную форму, выраўноўвае хуткасці руху асобных пластоў керамічнага бруса ў папярочным сячэнні і даводзіць масу да неабходнай ступені ўшчыльнення. У сучасных прэсах выкарыстоўваюцца металічныя муштыкі з вадзяной змазкай (рыс. 7.8).

Муштук з вадзяной змазкай (рыс. 7.8, а) складаецца з корпуса 1, у бакавой паверхні якога выкананы каналы 2 для падводу і адводу вады. Вада пад ціскам паступае пад пласціны з ліставога металу 3, трапляе праз зазоры паміж імі на рухомы керамічны брус і змочвае яго.

У замежных прэсах выкарыстоўваюцца муштыкі з электразмазкай (рыс. 7.8, б). У іх на прэсавую галоўку 1 праз кальцо 2 падключаюць катод, а да муштука 3 – анод і прапускаюць пастаянны ток напружаннем 50–200 В. На паверхні бруса ў выніку электралітычнага эфекту з'яўляецца вадзяная плёнка, якая выконвае ролю змазкі. Для засцярогі рабочага корпус галоўкі павінен быць заземлены.



Рыс. 7.8. Муштукі стужкавага прэса

На рыс. 7.9 прадстаўлены разрез прамысловага вакуум-прэса СМ-443Б. Прывад прэса ўключае раменную перадачу, шкіў 3 якой замацаваны на прывадным вале 1, і цыліндрычны шматступеневы рэдуктар 4. Фрыкцыйная муфта 2 з'яўляецца перасцерагальнай прыладай, якая размыкаецца праз сістэму рычагоў у выніку закліньвання вала змяшальніка. Фрыкцыйная муфта 5 уключае глінямяшалку 6.

Глінямяшалка 6 складаецца з корпуса 8, канічнага раздымнага кажуха 10, абоймы 12 і лопасцевага вала з лапаткамі 7, якія ўтвараюць двухзаходную шрубавую лінію. Вугал павароту лапатак можа мяняцца ў межах 7–30° да вертыкальнай плоскасці.

Шнэк 9 ушчыльняе гліняную масу і праштурхоўвае яе ў вакуум-камеру 15 праз кальцавую адтуліну, якая ўтвараецца абоймай 12 і конусам 11, замацаваным на вале 16. Маса зразаецца нажом 13, які ўстанаўлены на вале. Для назірання за напампеннем глінянай масай вакуум-камеры і доступу ў яе служыць накрыўка 14 з назіральнымі вокнамі.

Сілкавальны валок 17 прыводзіцца ў вярчэнне праз шасцерні 21 ад галоўнага вала прэса 22. Вакууемая маса ў выглядзе камякоў захопліваецца шрубавымі лопасцямі 20 асноўнага прэс-вала, ушчыльняецца ў прэс-галоўцы 18 ступеністай формы і выходзіць з муштука 19 у выглядзе бесперапыннага керамічнага бруса.

Габарытныя размеры прэса прадукцыйнасцю 1000 шт/гадз стандартнай адзінкавай цэгля: даўжыня – 7500 мм, вышыня – 2700 мм, шырыня – 1400 мм. Дыяметр шнэка на выхадзе – 450 мм, часціня вярчэння шнэкавага вала – 200–250 мм. Ціск прасавання – 1,5–1,8 МПа, спажываемая магутнасць – 100 кВт·гадз.

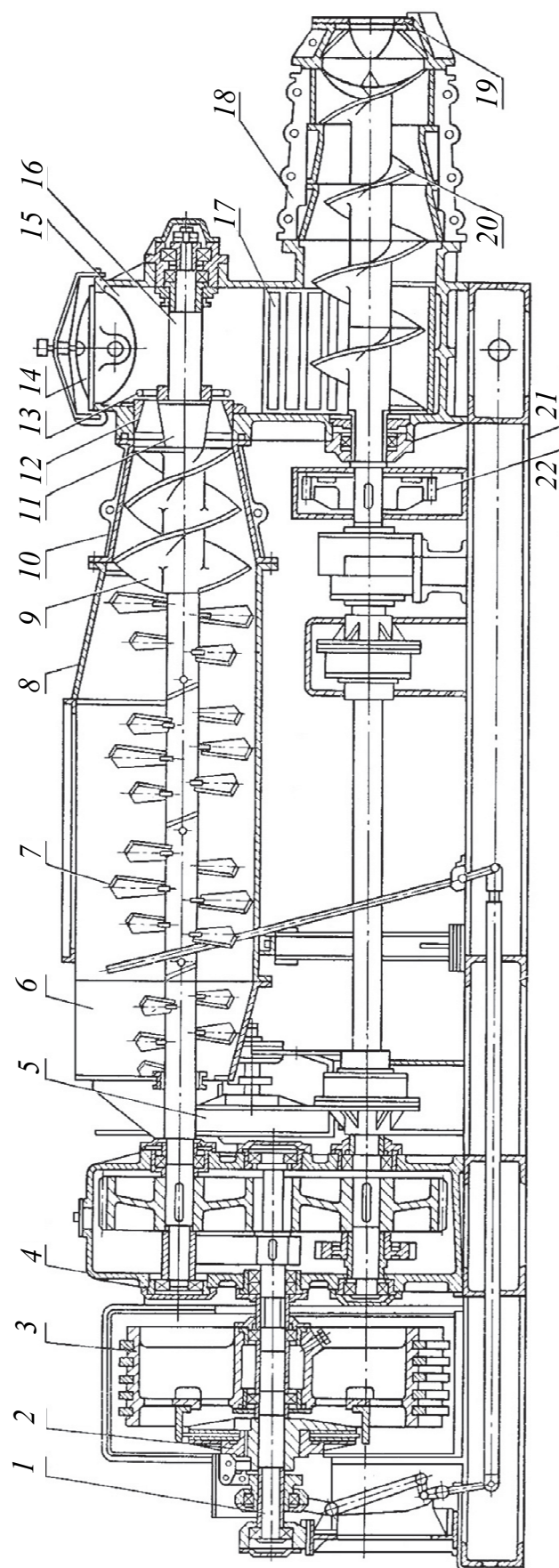
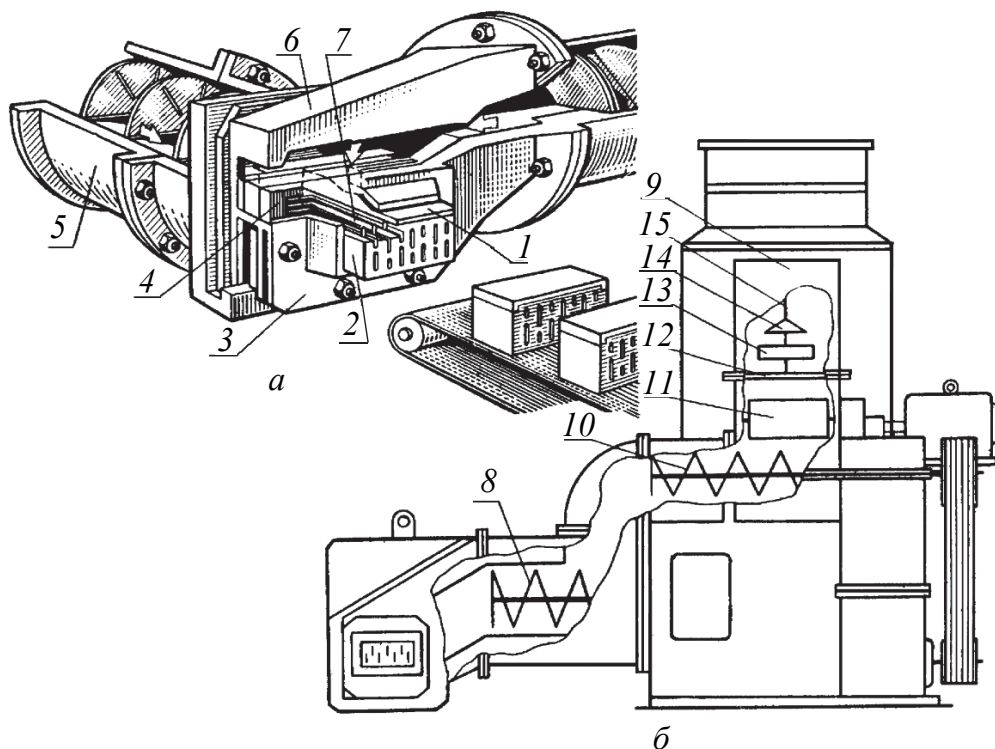


Рис. 7.9. Агульны выгляд вакуум-прэса

Устаноўка СМ-1173 (рыс. 7.10) прызначана для нанясення абліцавальнага пласта 1 на асноўны гліняны брус 2, які фармуецца стужкавым прэсам 5. Яна можа камплектаваць любы стужкавы прэс для вытворчасці двухслаёвай цэглы.



Рыс. 7.10. Устаноўка СМ-1173 для фармавання двухслаёвай цэглы

Асноўная і абліцавальная пластычныя масы падаюцца перпендыкулярна адна да адной у спецыяльную пераходную галоўку 6, у якой адбываецца злучэнне іх у адну плынь. Галоўка ўключае фармавальную рамку 4, муштук 3 і пустотаўтваральнік 7 (рыс. 7.10, а).

Абліцавальная керамічная маса падаецца ў сілкавальнік 9 (рыс. 7.10, б), усярэдзіне якога ўсталяваны вертыкальны вал 15 з крыльчаткай 14, якая праціскае (працірае) масу праз рашотку 13 на талерку 12. Пад рашоткай утвараецца вакуум. Затым сілкавальным валком 11 абліцавальная маса падаецца ў верхні сілкавальны шнэк 10 і накладваецца на асноўны брус шнэкам 8.

7.1.2. Прэс для фармавання керамічных труб

Для фармавання керамічных каналізацыйных, дрэнажных і кіслотаўстойлівых труб дыяметрам 125–750 мм выкарыстоўваюць вертыкальныя трубныя прэсы. Канструкцыя яны падобныя да гарызантальных аднавальных вакуумных прэсаў, але шнэк у іх

размешчаны вертыкальна і яны з'яўляюцца машынамі перадычнага дзеяння. Гэта звязана з неабходнасцю фармавання раструба – спецыяльнага пашырэння труб для злучэння іх паміж сабой.

Для фармавання керамічных труб выкарыстоўваюцца пластычныя керамічныя масы, якія складаюцца з гліны і шамоту ў суадносінах адзін да аднаго, вільготнасць керамічнай масы – 18–20%.

Прэс (рыс. 7.11) замацоўваецца на перакрыцці 1 у вертыкальным становішчы. На перакрыцці таксама замацаваны электрарухавік 2, рэдуктар 3, канічная перадача 4 і цыліндрычная зубчастая пара 5, з дапамогай якіх вярчэнне перадаецца на вал прэса 6.

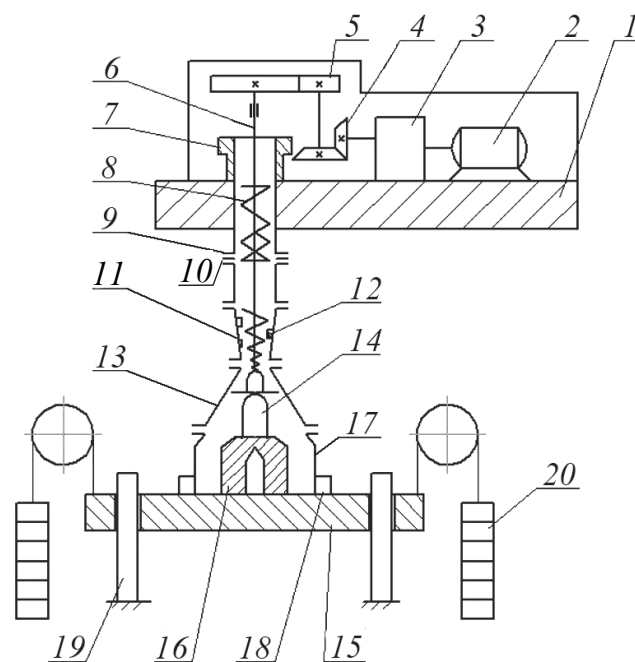
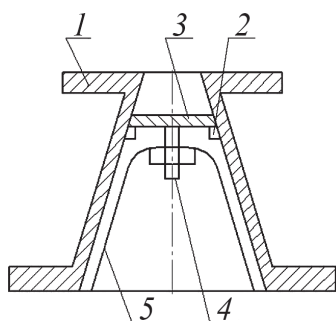


Рис. 7.11. Вертыкальны трубны прэс

Керамічная маса падаецца ў прыёмную скрынку 7 у выглядзе цыліндраў невялікага памеру. Пад прыёмнай скрынкай размешчана шруба 8, верхняя лопасць якой адназаходная, а ніжняя – чатырохзаходная. Да прыёмнай скрынкі замацоўваецца вакуум-камера 9. Зверху яна абмежавана рашоткай 10, а знізу – ўшчыльненай керамічнай масай у корпусе прэса.

Канчатковае ўшчыльненне масы адбываецца з дапамогай шрубы 11 у канічным корпусе з контрнажамі 12, якія служаць для прадухілення праварочвання масы адносна корпуса. Да корпуса прэса замацоўваецца прэсавая галоўка 13, у якой знаходзіцца спецыяльны пустотаўтваральнік 14.



Рыс. 7.12. Галоўка
трубнага прэса
з пустотаўтваральнікам

Фарміраванне раструба адбываецца ў прасторы, абмежаванай галоўкай, муштуком 15 звонку і пустотаўтваральнікам і талеркай 16 унутры. Першапачаткова стол прэса 17 за кошт супрацьвагі 20 знаходзіцца ў верхнім становішчы і злучаны з муштуком з дапамогай захопу 18. Па меры запаўнення галоўкі і муштука прэса керамічная маса ўшчыльняецца і пачынае з узрастаючым намаганнем ўздзейнічаць на рухомы стол. Пасля таго, як раструб адфармаваны, стол пачынае апускацца па накіравальных калонах 19 і фармуецца астатняя частка трубы. Калі труба сфармавана, прыклад прэса спыняецца, стол стопарыцца, муштук са сталом размыкаюцца (паз. 18) і гатовая труба адразаецца струнай рэзальнай прыладай.

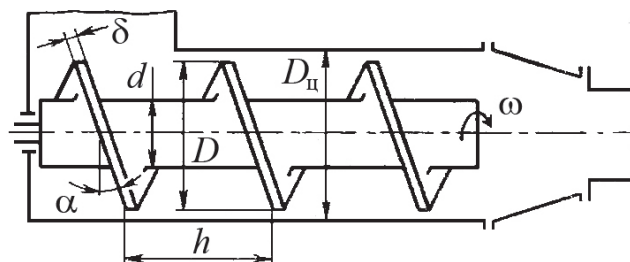
У галоўцы прэса 1 (рыс. 7.12) на прылівах 2 замацавана крыжавіна 3, у цэнтры якой знаходзіцца палец 4 з разьбой. На ім з дапамогай гайкі замацаваны зменны пустотаўтваральнік 5.

7.1.3. Разлік стужкавых прэсаў

Прадукцыйнасць стужкавага вакуум-прэса вызначаецца прамасцю ў самым «вузкім» месцы агрэгата. У агульным выглядзе яна роўная здабытку аб'ёму сумесі, якая выходзіць з прэса за адзін абарот прэсавага вала, на лік абаротаў:

$$Q = V_1 n = S_3 (h - \delta) n, \quad (7.1)$$

дзе V_1 – аб'ём масы, якая праштурхоўваецца праз муштук за адзін абарот шнэкавага вала, м^3 ; S_3 – плошча кальца, унутраным дыяметрам якога з'яўляецца дыяметр ступіцы шнэкавага вала, а вонкавым – дыяметр лопасці шнэка, м^2 ; h – крок лопасці шнэка, м ; δ – таўшчыня лопасці, м ; n – часціня вярчэння шнэкавага вала, с^{-1} (рыс. 7.13).



Рыс. 7.13. Схема для разліку стужкавых прэсаў

Пры разліку аб'ёмнай прадукцыйнасці з дапамогай эмпірычных каэфіцыентаў варта ўлічыць ўшчыльненне масы і праварочванне масы разам са шнэкам адносна корпуса. З улікам гэтага формула разліку прадукцыйнасці стужкавага вакуум-прэса прыме выгляд

$$Q = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)(h - \delta)(1 - \alpha)nk, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (7.2)$$

дзе D – дыяметр шрубы на выхадзе з прэса, м; d – дыяметр прэсавага вала, м; α – адноснае памяншэнне аб'ёму масы ў выніку ўшчыльнення, якое залежыць ад удзельнага ціску прасавання, $\alpha = 0,1-0,2$; k – каэфіцыент, які ўлічвае праварочванне масы і вяртанне яе ў зазоры паміж шнэкам і корпусам, $k = 0,9-0,8$.

Прафесар Сапожнікаў вылучыў наступныя асноўныя складовыя затрат магутнасці N , Вт, у стужкавым вакуум-прэсе:

$$N = (N_1 + N_{\text{тр}} + N_2 + N_3) / \eta, \quad (7.3)$$

дзе N_1 – магутнасць, якая затрачваецца на праштурхоўванне гліны; $N_{\text{тр}}$ – магутнасць на пераадоленне сіл трэння; N_2 – магутнасць, якая затрачваецца на транспарціроўку масы ад прыёмнай часткі да выцісной лопасці; N_3 – магутнасць на ўшчыльненне масы; η – ККДз прэса.

$$N_1 = V_1 p = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)(h - \delta)p, \quad (7.4)$$

дзе p – ціск прасавання, Па.

$$N_{\text{тр}} = M_{\text{тр}} \omega, \quad (7.5)$$

тут $M_{\text{тр}}$ – момант трэння; ω – вуглавая хуткасць шнэкавага вала.

$M_{\text{тр}}$ вызначым шляхам інтэгравання элементарнага моманту трэння.

$$M_{\text{тр}} = 2\pi p f \int_r^R \rho^2 d\rho = 2\pi p f \frac{R^3 - r^3}{3}, \quad (7.6)$$

дзе f – каэфіцыент трэння масы аб лопасці шнэка; ρ – бягучы радыус; R і r – межы інтэгравання, $R = D/2$, $r = d/2$ (рыс. 7.13).

З улікам (4.6) формула (4.5) прыме выгляд

$$N_{\text{тр}} = 2\pi p f \omega \frac{(D/2)^3 - (d/2)^3}{3}. \quad (7.7)$$

Магутнасць на транспартаванне масы можна вызначыць па той жа формуле, што і для шрубавых канвеераў.

$$N_2 = Q\gamma L\psi, \quad (7.8)$$

дзе γ – аб'ёмная вага масы; L – даўжыня шнэкавага вала без выпарной лопасці; ψ – каэфіцыент супраціўлення прасоўванню масы (для гліны $\psi = 4,0\text{--}5,5$).

$$N_3 = A_{\text{пр}} n = \sigma \alpha V_1, \quad (7.9)$$

дзе σ – аб'ёмнае напружанне сціску, роўнае адной трэцяй ад сумы ўсіх намаганняў, якія дзейнічаюць на элементарны аб'ём масы, якая прасуецца.

Паколькі маса ў працэсе прасавання падвяргаецца ўсебаковаму сціску і не перамяшчаецца ў бакавых кірунках, то

$$\sigma = \frac{p(1 + 2\xi)}{3}, \quad (7.10)$$

дзе ξ – каэфіцыент бакавога сціску, для пластычных гліняных мас $\xi = 0,7$.

З улікам гэтага выраз (4.8) прыме выгляд

$$N_3 = 0,8p\alpha V_1. \quad (7.11)$$

І тады канчаткова

$$N_3 = 0,2\pi r\alpha(D^2 - d^2)(h - \delta). \quad (7.12)$$

7.1.4. Абсталяванне для рэзкі керамічнай цэглы і кладкі яе на сушыльныя і пячныя ваганеткі

Бесперапынны керамічны брус, які выходзіць з муштука прэса, разразаецца на асобныя адзінкавыя вырабы з дапамогай металічнай струны на спецыяльных аўтаматах. Агульным для гэтых аўтаматаў з'яўляецца наяўнасць механізму сінхранізацыі, які служыць для забеспячэння перпендыкулярнасці рэзу. Гэты механізм прыводзіцца ў рух непасрэдна керамічным брусам.

Прынцыповыя схемы спосабаў рэзкі бруса паказаны на рыс. 7.14. У сучасных рэзальных комплексах выкарыстоўваюцца шматструнныя рэзальныя аўтаматы: барабанныя, ротарныя і з нерухомай струной (рыс. 7.14 б, г, д адпаведна). Аднаструнныя

рэзальныя аўтаматы: лучковыя і гільяцінныя (рыс. 7.14 а, в адпаведна), як правіла, прымяняюцца ў тых выпадках, калі рэз адбываецца ў два этапы: спачатку ад рухомага бруса адразаецца загатоўка, затым яна пераносіцца на рэзальны стол, дзе разразаецца на асобныя вырабы ўжо шматструнным аўтаматам.

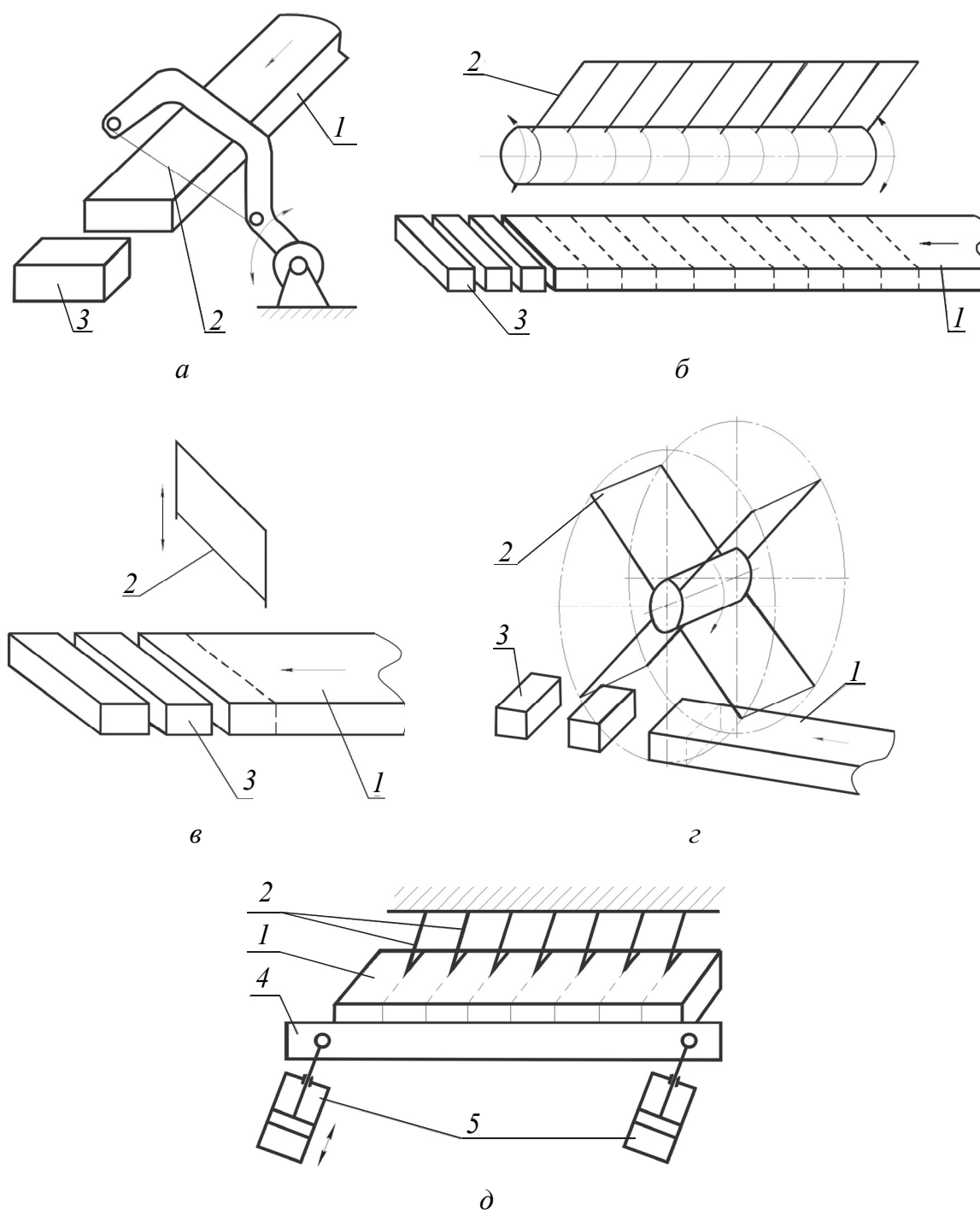
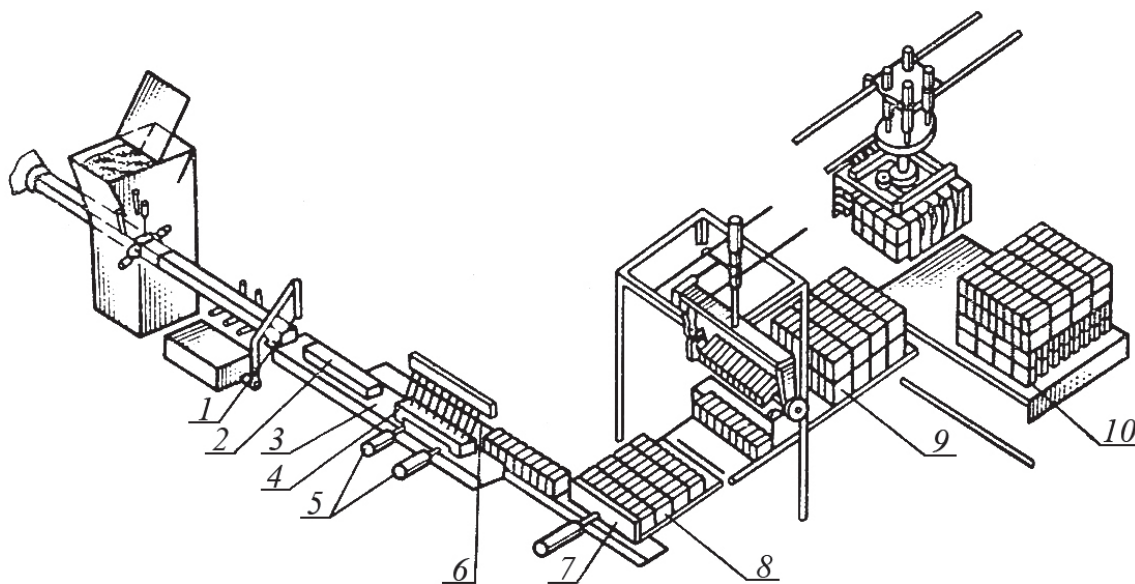


Рис. 7.14. Прынцыповыя схемы аўтаматаў для рэзкі керамічнага бруса

Як правіла, рэзальныя машыны маюць два канвееры: падавальны і з'ёмны. Ад рухомага бруса прыводзіцца ў рух падавальны канвеер. Хуткасць з'ёмнага канвеера ўсталёўваецца на 10–15% вышэйшая, чым падавальнага, для забеспячэння зазору паміж цаглянамі, неабходнага для захопаў аўтамата-ўкладчыка пры загрузцы вырабаў у сушыльныя ваганеткі.

У айчыннай практыцы найбольшае распаўсюджанне атрымалі рэзальныя комплексы, у якіх спачатку брус разразаецца аднаструнным аўтаматам лучковага тыпу 1 на кавалкі зададзенай даўжыні 2, затым канвеерам 3 перамяшчаецца на пост папярочнай рэзкі (рыс. 7.15). Далей мерны брус прапаштурхоўваецца ў папярочным кірунку штурхачом 4 з дапамогай гідрацыліндраў 5 праз нерухомыя струны 6.

Пасля разрэзкі з цаглін штурхачом 7 фармуецца пласт 8 для далейшай кладкі ў пакеты 9, якія паступаюць на сушыльныя ваганеткі 10.



Рыс. 7.15. Схема лініі для рэзкі керамічнага бруса на цагліны і ўкладкі іх на сушыльныя ваганеткі

Прыклад аўтаматызацыі лініі садкі цэгля на пячную ваганетку прадстаўлены на рыс. 7.16. Цагліна-сырэц штурхачом 6 перагружаецца з сушыльнай ваганеткі 8, якая ўсталявана на пад'ёмніку 7, на транспарцёр-назапашвальнік 9. Транспарцёр здзяйсняе пульсуючы рух, за адзін раз шэраг з чатырох цаглін перамяшчаецца на жолаб 10.

Транспарцёрам 11 сырэц транспартуецца на крокавы транспарцёр 12, звёны якога выкананы такім чынам, каб паміж цаглінамі ўтвараліся зазоры. Як толькі на крокавым транспарцёры назапашваецца шэраг цэглы, спрацоўвае саштурхоўвальнік 5, і ўвесь шэраг перамяшчаецца на камплектавальны стол 4.

Карэтка 2 з пнеўматычнымі захопамі 1 здымае з камплектавальнага стала набраны пласт цэглы і, перамяшчаючыся па рэйкавым шляху 3, пераносіць яго на пячную ваганетку 13. Пнеўматычная сістэма разам з захопамі ўстаноўлена ў карэтцы на паваротным сталё, што дае магчымасць чаргаваць кірунак пластоў цаглін на пячнай ваганетцы, паварочваючы захопы на 90°. Гэта робіць садку больш устойлівай.

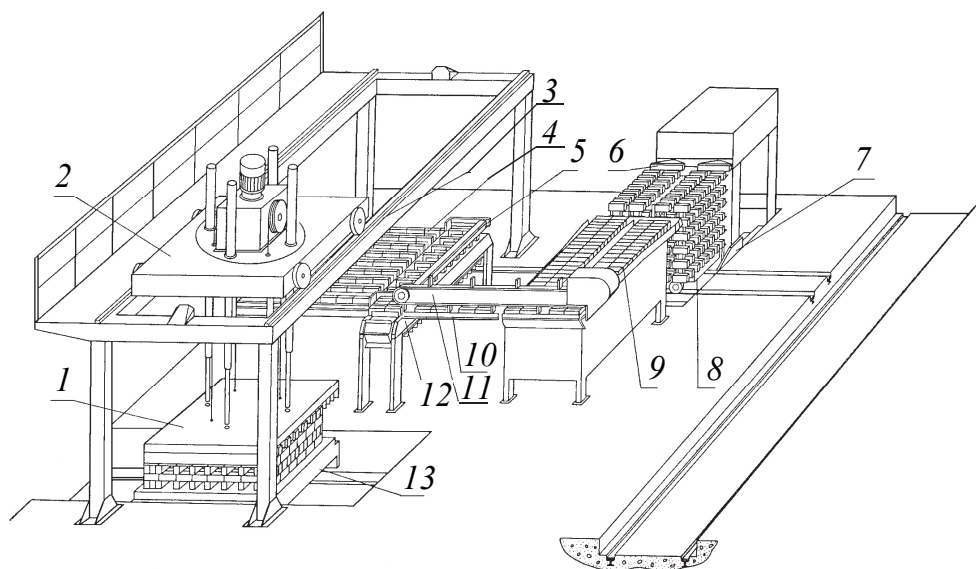


Рис. 7.16. Устаноўка для здыму цэглы з сушыльнай ваганеткі і садкі яе на пячную ваганетку

Далей ваганеткі з пакетам цэглы па рэйкавым шляху перамяшчаюцца ў тунельную печ бесперапыннага дзеяння, дзе адбываецца абпал вырабаў.

7.2. Абсталяванне для вытворчасці керамічных вырабаў паўсухім спосабам

Тэхналагічная схема прасавання керамічных вырабаў паказана на рис. 7.17. Сыравіна з гліна назапашвальніка дазатарам 1, што ўяўляе сабой вагавую ваганетку, падаецца ў барабанны шаравы млын мокрага памолу 2. Атрыманая ў выніку памолу

тонкадысперсная гліняная завісь (шлікер) праз сіта 3 трапляе ў глінабоўталку 4, якая адначасова з'яўляецца ёмістасцю-запаснікам.

Шлікер з боўталкі мембраннымі помпамі 5 падаецца ў вежавую распыляльную сушылку 6, на выхадзе з якой маса мае вільготнасць 7–9%. З прэс-парашку на прэсах 7 прасуюцца вырабы, якія, прайшоўшы зачыстку беражкоў на прыладзе 8, паступаюць у ролікавую сушылку 9 для папярэдняй падсушкі.

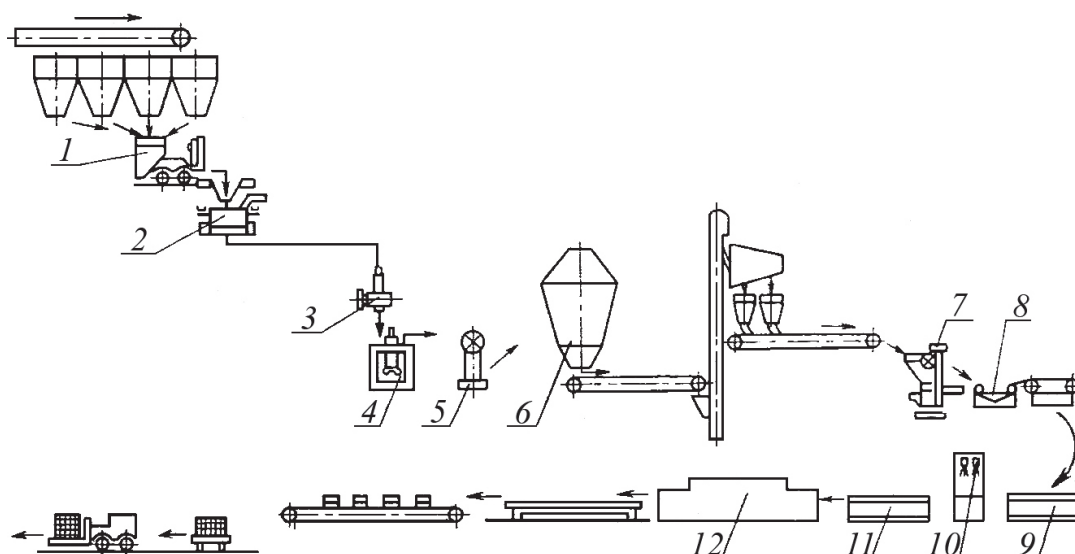


Рис. 7.17. Тэхналагічная схема вытворчасці керамічнай пліткі

Далей вырабы з ужо замацаванай формай падвяргаюцца глазураванню ў спецыяльных камерах 10 ці на барабанных прыладах, падаюцца ў другую сушылку 11 для падсушкі слоя глазуры і затым у ролікавую печ 12.

Пры вытворчасці неглазураваных вырабаў папярэдняй падсушка можа адсутнічаць, а ў выпадку з глазураванымі вырабамі канчатковая сушка і абпал могуць быць сумешчаны ў адной печы.

Прэсы для вытворчасці керамічнай пліткі канструкцыйна можна падзяліць на механічныя, гідраўлічныя і камбінаваныя. У залежнасці ад кірунку прыкладаемай нагрузкі прасаванне можа быць аднабаковым, двухбаковым, а таксама аб'ёмным, а па кратнасці прыкладання намагання прасавання – адна-, двух- і шматступеневым аналагічна прасаванню бетоннай сумесі (п. 3.5.1).

7.2.1. Канструкцыі механічных прэсаў

Каленна-рычажныя прэсы прызначаны для прасавання вогнетрывалых вырабаў з шамотных мас з вільготнасцю 4–8%. Найпрасцейшы аднаступенны каленна-рычажны прэс аднабаковага прасавання з ніжняй падпрасоўкай паказаны на рыс. 7.18.

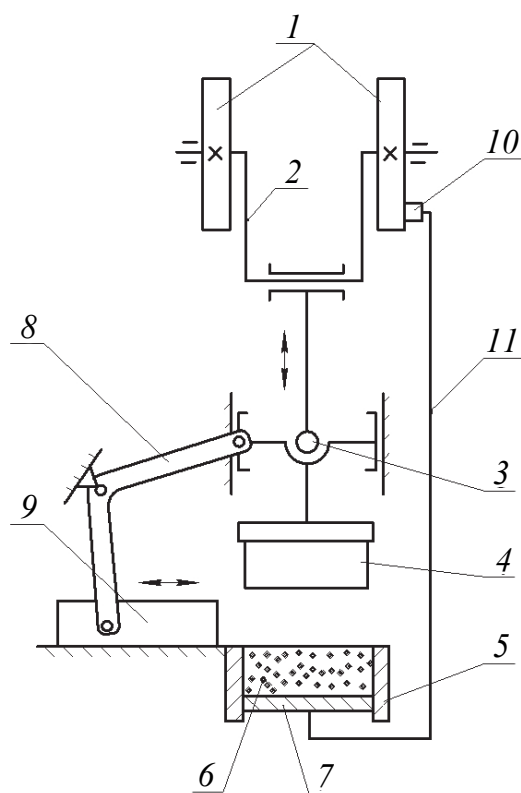
Прэс прыводзіцца ў дзеянне ад электрарухавіка і сістэмы зубчастых перадач (на рысунку не паказаны) праз прывадныя колы 1. Пры руху каленчатага вала 2 уніз паўзун 3 і верхні штамп 4 апускаюцца і адбываецца асноўнае прасаванне. Адначасова рычаг 8 адсоўвае загрузачную карэтку 9 улева за новай порцыяй прэс-парашку 6.

Калі штамп дасягае ніжняга становішча, контрштамп 7 праз цягу 11, якая злучае яго з кулачковым механізмам 10, пачынае рухацца ўверх. Так адбываецца ніжняя падпрасоўка. Далей каленвал паварочваецца ўверх, верхні штамп падымаецца, а контрштамп, працягваючы рухацца ўверх, выштурхоўвае выраб на ўзровень стала.

Карэтка пад дзеяннем рычага рухаецца ўправа, выштурхоўвае гатовы выраб-сырэц на прыёмны канвеер і адначасова засыпае прэс-парашок у форму, якая вызвалілася. Далей цыкл паўтараецца.

Больш дасканалай з'яўляецца канструкцыя камбінаванага прэса КРП-125. Гэта прэс двухступеневага двухбаковага прасавання з ніжняй падпрасоўкай ад гідрацыліндра (рыс. 7.19).

Механічная частка прэса аналагічная папярэдняй канструкцыі. Ад электрарухавіка 1 праз клінараменную перадачу 2, фрыкцыйную муфту 3 і сістэму зубчастых колаў 4, 5, 6 вярчэнне перадаецца на каленчаты вал 7. Ад яго праз шатун 8 надаецца рух прэсаваму каленвалу 9.



Рыс. 7.18. Каленна-рычажны прэс

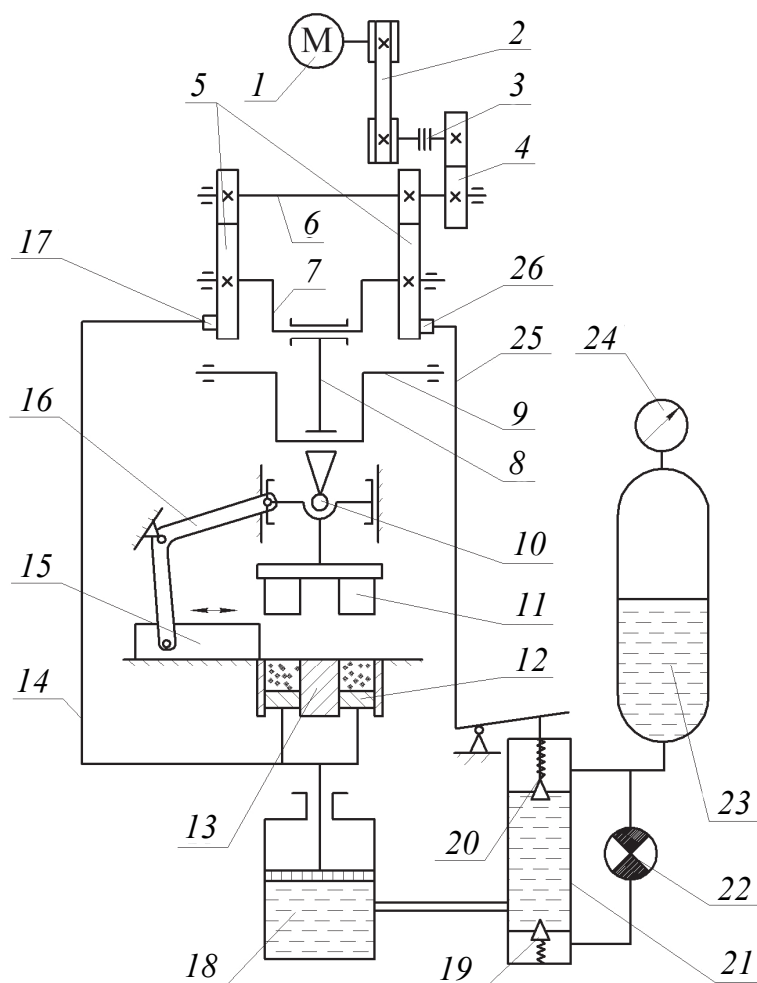


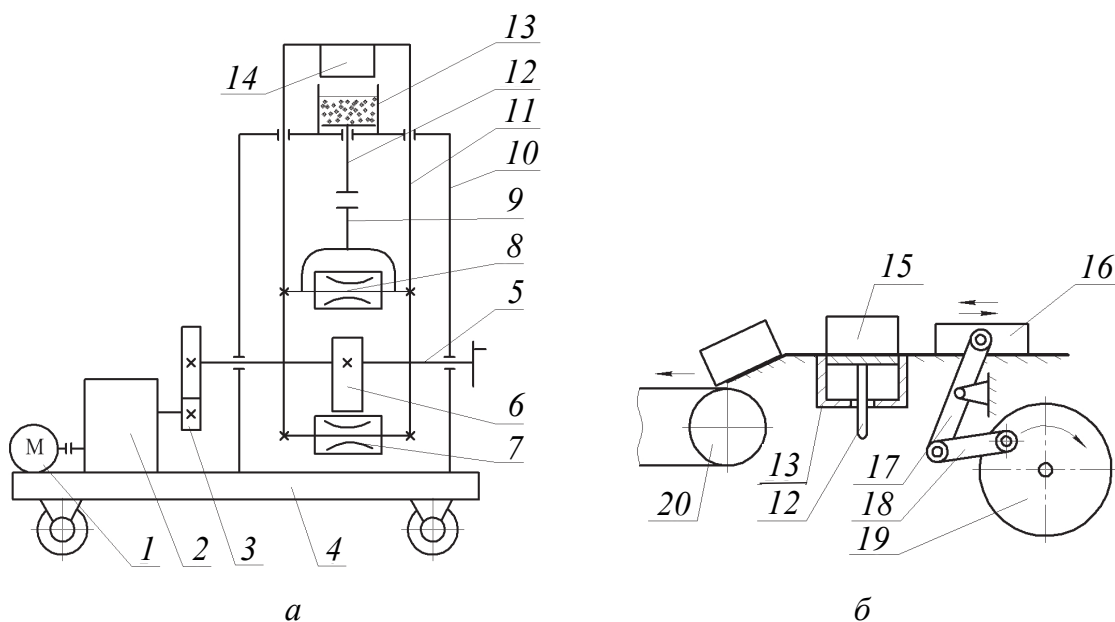
Рис. 7.19. Камбінаваны прэс КРП-125

Верхняе прасаванне механічнае і здзяйсняецца верхнім штампам *11* у прэс-форме *12*. Выштурхоўванне вырабу адбываецца ніжнім штампам *13* праз цягу *14*, якая злучае штамп з кулачковым механізмам *17*. Загрузка прэс-формы парашком і выштурхоўванне гатовага вырабу са стала ажыццяўляюцца карэткай *15*, якая злучана рычагам *16* з паўзуном *10*.

Ніжняя падпрасоўка і сінхранізацыя яе з верхнім прасаваннем з дапамогай прылады *21* ажыццяўляюцца наступным чынам. У момант, калі верхні штамп *11* знаходзіцца ў верхнім крайнім становішчы, цяга *25* націскае на клапан *20* і адбываецца перацяканне рабочай вадкасці з гідрацыліндра *18* у гідрааккумулятар *23* з манометрам *24*. Пры далейшым апусканні штампаў уніз ажыццяўляецца зваротны рух рабочай вадкасці, і яна пачынае ціснуць на поршань гідрацыліндра *18*. За кошт гэтага адбываецца прасаванне вырабу.

Для прадухілення паломкі прэса пры закліноўванні рабочых органаў служыць засцерагальны клапан 19. Ён спрацоўвае, калі ціск у цыліндры 18 перавышае намінальна ўстаноўленае значэнне. У выніку вадкасць з цыліндра перацякае ў гідрааккумулятар 23 праз гідраўлічную рэверсійную прыладу 22.

З мэтай надання вырабу правільнай геаметрычнай формы і дакладных памераў у вытворчасці вогнеўпораў і кіслотаўпораў прымяняюцца дапрацоўчыя прэсы. Найбольш простым і распаўсюджаным з'яўляецца прэс Самарына (рыс. 7.20, а).



Рыс. 7.20. Прэс Самарына

Прэс замацаваны на рухомай платформе 4. Прывад прэсавага вала 5 ажыццяўляецца ад электрарухавіка 1 праз рэдуктар 2 і зубчастую пару 3. На вале цвёрда замацаваны эксцэнтрык 6, які пры кручэнні вала па чарзе націскае на ролікі 7 і 8. Восі ролікаў нерухома злучаны цягай 11, а ўся прасавальная частка перамяшчаецца вертыкальна па накіроўвальных калонах 10.

Загатоўка некалькі большага размеру, чым гатовы выраб, падаецца ў прэс-форму 13. Пры націску кулачка на ніжні ролік 7 пуансон 14 апускаецца ў форму і адбываецца прасаванне, пры гэтым лішкі масы выдаляюцца праз адтуліны ў бакавых сценах формы. Пры націску кулачка на верхні ролік 8 пуансон падымаецца ўверх, штурхач 9 націскае на выштурхоўвальнік 12 і спрасаваны выраб 15 падаецца на верхні ўзровень формы (рыс. 7.20, б).

Карэтка 16 здзяйсняе гарызантальныя зваротна-паступальныя рухі ад эксцэнтрыкавай шайбы 19 праз рычаг 17 і шатун 18. Пры руху ўлева карэтка выштурхоўвае гатовы выраб на з'ёмны канвеер 20. Пры зваротным руху выштурхоўвальнік 12 апускаецца і вызваляе прэс-форму. Карэтка падае ў яе новую нарыхтоўку.

7.2.2. Канструкцыі і асновы разліку гідраўлічных прэсаў

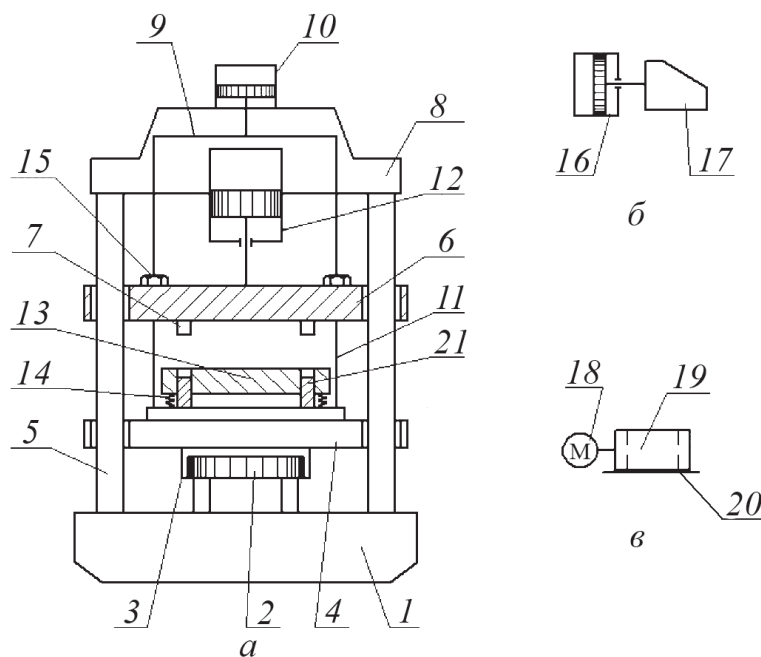
Механічныя прэсы забяспечваюць строга вызначанае становішча пуансона ў форме ў канцы прасавання незалежна ад ціску. Такім чынам, выраб атрымліваецца аднолькавым па таўшчыні, што асабліва важна для абліцоўчых плітак малой таўшчыні.

Двухбаковае ступеневае прасаванне можна ажыццяўляць у гідраўлічных прэсах, якія лёгка ўсталёўваюцца і плаўна змяняюцца. Да таго ж у іх ствараюцца лепшыя ўмовы для выдалення паветра і для захавання нязменнага ціску прасавання. Усё гэта станоўча ўплывае на раўнашчыльнасць вырабу па ўсёй плошчы і таўшчыні, тым самым павышаецца яго якасць. Таму ў цяперашні час для вытворчасці керамічнай пліткі, асабліва з вялікай плошчай паверхні адзінкавых вырабаў, выкарыстоўваюцца гідраўлічныя прэсы.

Гідраўлічны прэс (рыс. 7.21, а) прымяняецца для прасавання керамічнай пліткі з прэс-парашку вільготнасцю 7–8% і развівае намаганне 160 т пры ціску 20–30 МПа.

Каркас прэса складаюць падмуркавая пліта 1 і траверса 8, якія звязаны паміж сабой масіўнымі калонамі 5. На прэсе зманціравана пяць рабочых механізмаў: верхні прасавальны, ніжні прасавальны, выштурхоўвальны, стопарны і механізм перамяшчэння карэткі.

Верхні прасавальны механізм складаецца з гідрацыліндра 12, шток якога цвёрда звязаны з папярочкай 6 з замацаванымі на ёй верхнімі штампамі 7. Ніжні прасавальны механізм уключае цыліндр 3 і поршань 2. Гідрацыліндр цвёрда звязаны з папярочкай 4. Выштурхоўвальны механізм складаецца з гідрацыліндра 10, шток якога цвёрда звязаны з папярочкай 9, якая цягамі 11 злучана з папярочкай 4 з замацаванымі на ёй ніжнімі штампамі 21. Гэтыя штампы ўваходзяць у гнёзды прэс-формы 13, якая зманціравана на sprужынах 14, што забяспечвае яе вертыкальнае перасоўванне ў працэсе прасавання. Становішча ніжніх штампаў 21 у форме рэгулюецца гайкамі 15, якія ўпіраюцца ў папярочку 6.



Рыс. 7.21. Гідраўлічны прэс:
 а – схема; б – стопарны механізм;
 в – механізм перамяшчэння карэткі

Стопарны механізм (рыс. 7.21, б) зманціраваны ў плоскасці, перпендыкулярнай напрамку прасавання, і складаецца з гідрацыліндра 16 і стопара 17, які падчас прасавання займае становішча паміж траверсай 8 і выступам папярочкі б і перашкаджае яе ўздыму ў перыяд прасавання.

Механізм перамяшчэння карэткі (рыс. 7.21, в) складаецца з гідраматора 18, карэткі 19, якая перамяшчаецца па сталі 20.

Прэс працуе наступным чынам. Пры падачы масла ў гідрацыліндр 12 папярочка б апускаецца ўніз. Штампы 7 уваходзяць у гнёзды прэс-формы, і ажыццяўляецца першае прасаванне. Парашок ушчыльняецца прыкладна на 30% аб'ёму. З дапамогай вялікага гідрацыліндра 3 адбываецца кіруемае прасаванне пліткі: спачатку папярэдняе, пасля гэтага ніжнія штампы часткова апускаюцца для выдалення паветра з прэс-парашку. Далей ажыццяўляецца канчатковае прасаванне: за кошт намагання бакавога распору прэс-форма 13 прыўзнямаецца і спрасаваны парашок, які знаходзіцца ў ёй, упіраецца ў верхнія штампы 7. Такім чынам, адбываецца двухбаковае прасаванне.

Асноўнымі разліковымі параметрамі гідраўлічных прэсаў з'яўляюцца ціск прасавання і дыяметры цыліндра, поршня і штока.

Намінальнае намаганне прасавання вызначаецца па формуле

$$F_{\text{н}} = p_{\text{н}} \frac{\pi D^2}{4}, \quad (7.13)$$

дзе $p_{\text{н}}$ – намінальны (разліковы) ціск рабочай вадкасці; D – дыяметр поршня галоўнага гідрацыліндра прэса.

Хуткасць перамяшчэння поршня пры рабочым v_1 і халастым v_2 хадах разлічваюць па формулах:

$$\begin{aligned} v_1 &= \frac{4Q}{\pi D^2}; \\ v_2 &= \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2)}, \end{aligned} \quad (7.14)$$

дзе Q – аб'ёмны расход вадкасці праз рабочую прастору цыліндра; d – дыяметр штока.

Дыяметр штока d вызначаецца з суадносін $d/D = 0,3-0,7$, якія прымаюцца ў залежнасці ад велічыні рабочага ціску.

У выпадку з гідраўлічным прэсам хуткасць рабочага і халастага хадоў зададзены. Такім чынам, з формул (7.14) вызначаюцца расход Q і дыяметры поршня і штока.

Унутраны дыяметр гідрацыліндра роўны дыяметру поршня D , а вонкавы можна вызначыць па набліжанай формуле:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{k_1 F_{\text{н}}}{0,785 \left(p_1 - p_2 \left(1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right) \right)}}, \quad (7.15)$$

дзе k_1 – каэфіцыент запасу, $k_1 = 1,6-2,0$; p_1 – ціск рабочай вадкасці ў рабочай прасторы цыліндра; p_2 – супрацьціск, $p_2 \approx 0,1p_1$.

Найбольшае напружанне ўнутранай сценкі гідрацыліндра вызначаецца па формуле Баха:

$$\sigma_{\text{yh}} = \frac{0,4r_{\text{ц}}^2 + 1,3R_{\text{ц}}^2}{R_{\text{ц}}^2 - r_{\text{ц}}^2} \leq [\sigma], \quad (7.16)$$

дзе $r_{\text{ц}}$ і $R_{\text{ц}}$ – адпаведна вонкавы і ўнутраны радыусы цыліндра; $[\sigma]$ – дапушчальнае напружанне для матэрыялу корпуса гідрацыліндра.

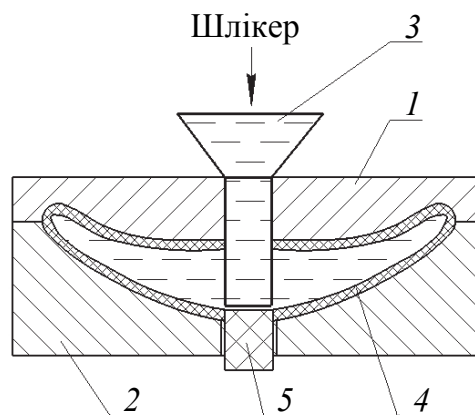
7.3. Абсталяванне для ліцця санітарна-тэхнічных вырабаў

Керамічныя вырабы, якія маюць унутраныя поласці (рукамыйніцы, унітазы, бачкі і г. д.), атрымліваюць адліўкай у формах. Сутнасць дадзенага спосабу паказана на рыс. 7.22.

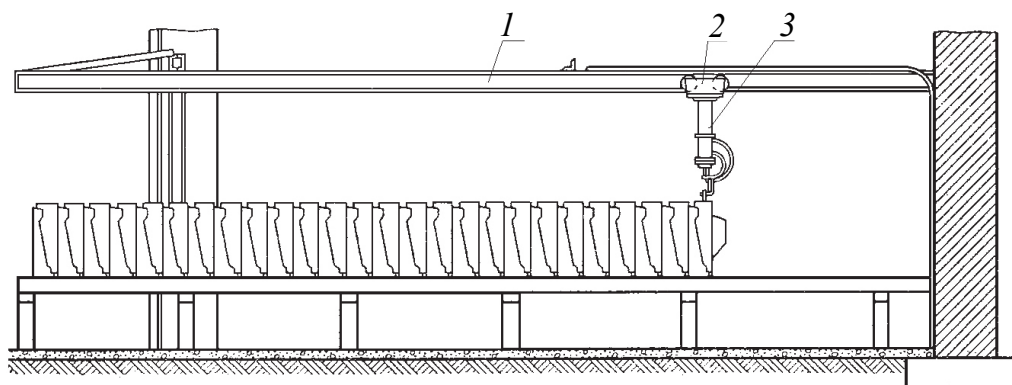
Раздымная форма складаецца з дзвюх частак 1 і 2. Шлікер падаецца цэнтралізавана праз літніковую сістэму 3.

Для павышэння трываласці вырабу, а таксама паскарэння тэхналагічнага працэсу ўнутр формы можа нагнятацца залішні ціск (ліццё пад ціскам). Пасля фармавання на ўнутранай паверхні формы сырцу 4 рэшткі шлікеру праз пробку 5 зліваюцца і вяртаюцца ў працэс праз замкнёны шлікераправод.

Існуюць 2 спосабы арганізацыі ліцця санітарна-тэхнічных вырабаў: стэндавы і канвеерны. Пры стэндавым спосабе (рыс. 7.23) над стэндамі на двухтаўравых бэльках 1 усталёўваюць карэтку 2 з падвешаным на ёй пнеўмападымальнікам 3. Пнеўмападымальнік служыць для зборкі і разборкі гіпсавых форм. Шлікер падводзіцца цэнтралізавана праз сістэму трубаправодаў зверху.



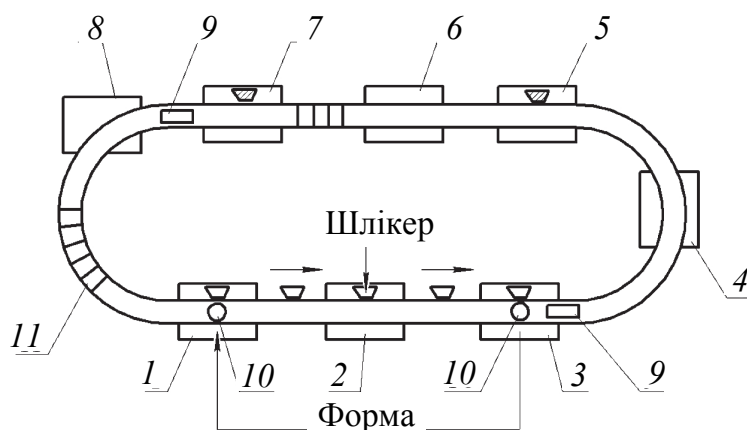
Рыс. 7.22. Прынцыповая схема ліцця керамічных вырабаў у раздымнай форме



Рыс. 7.23. Стэндавы спосаб ліцця санітарна-тэхнічных вырабаў

Больш перспектыўным з'яўляецца кальцавы канвеерны спосаб. Тыповая ўстаноўка паказана на рыс. 7.24. Яна ўключае пост падрыхтоўкі форм 1, пост залівання шлікеру 2, пост вымання вырабаў

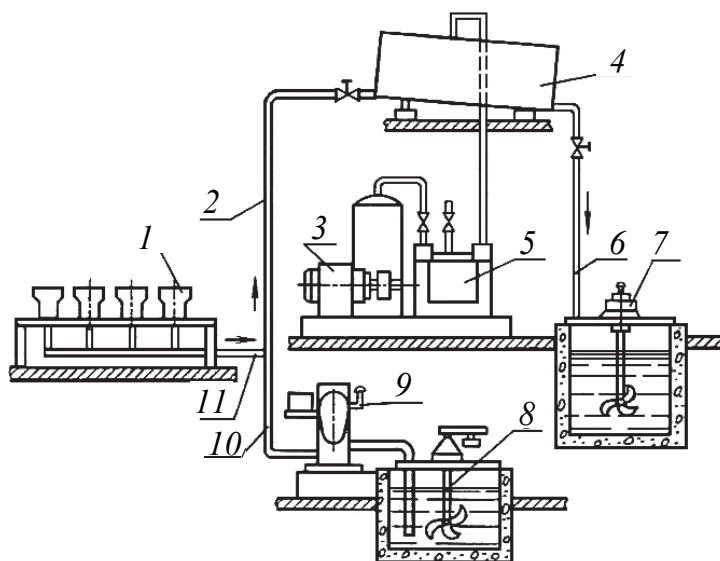
з формы 3. Формы перамяшчаюцца паміж гэтымі пастамі гідра- або пнеўмападымальнікамі 10. Далей вырабы паслядоўна праходзяць сушыльную камеру 4, печ папярэдняга (уцельнага) абпалу 5, пост глазуравання 6, печ канчатковага абпалу 7 і пост здыму гатовага вырабу 8. Перамяшчэнне форм з вырабамі па роліках канвеера 11 ажыццяўляецца з дапамогай гідра- або пнеўмаштурхальнікаў 9.



Рыс. 7.24. Калыцавы канвеерны спосаб ліцця санітарна-тэхнічных вырабаў

Магчымы розныя мадыфікацыі дадзенай схемы. Напрыклад, з падвяльваннем адфармаваных вырабаў на спецыяльных люлькавых канвеерах і далейшай апрацоўкай іх (глазураваннем і абпалам) на асобным ролікавым канвееры.

Схема падачы шлікеру ў ліццёвую ўстаноўку паказана на рыс. 7.25. Шлікер з прапелернай мяшалкі 8 помпай 9 падаецца праз замкнёны шлікераправод 10 у размеркавальны трубаправод канвеера 11.



Рыс. 7.25. Устаноўка для падачы шлікеру

Пасля фармавання адпрацаваны шлікер зліваецца з форм 1 (рыс. 7.22) і праз трубу 2, рэзервуар 4 і трубу 6 пад вакуумам, утвораным вакуум-помпай 5 з электрарухавіком 3, падаецца ў зборнік 7. У зборніку шлікер ўсярэдніваецца па вільготнасці і далей паступае назад у мяшалку 8, дзе змешваецца са свежым шлікерам з масанарыхтоўчага цэха.

7.4. Вытворчасць порыстых керамічных запаўняльнікаў

Порыстыя запаўняльнікі ўжываюць для атрымання лёгкіх бетоннаў, а таксама ў якасці цеплаізаляцыйнага матэрыялу. Прамыслова вырабляюць керамзіт, порыстая структура якога атрымліваецца за кошт інтэнсіўнага газавыдзялення ў выніку абпалу гліністых парод, а таксама аглапарыт, поры ў якім утвараюцца штучна пры згаранні спецыяльных дабавак.

Керамзіт уяўляе сабой лёгкі порысты матэрыял ячэйкай структуры ў выглядзе жвіру (часцінак акруглай формы з аплаўленай паверхняй) ці друзу (часцінак адвольнай формы), які атрымліваецца пры абпале легкаплаўкіх гліністых парод. Якасць керамзітавага жвіру характарызуецца размерам яго зерня, аб'ёмнай вагой і трываласцю. У залежнасці ад шчыльнасці (кг/м^3) жвір падзяляецца на маркі ад 150 да 800. Водапаглыннанне керамзітавага жвіру – 8–20%, марозаўстойлівасць павінна быць не менш за 25 цыклаў.

Сутнасць тэхналагічнага працэсу вытворчасці керамзіту заключаецца ў абпале гліняных гранул. Для ўспучвання глінянай гранулы трэба, каб актыўнае газавыдзяленне супала па часе з пераходам гліны ў пластычны стан. Таму неабходны хуткі ўздым тэмпературы, бо пры павольным абпале значная частка газаў выходзіць з гліны да яе размякчэння і ў выніку атрымліваюцца параўнальна шчыльныя малаўспучаныя гранулы. Абпал ажыццяўляюць у вярчальных печах награваннем да тэмпературы 1050–1300°C на працягу 25–45 хвіл па супрацьточнай схеме, аналагічна абпалу цэментнага клінкера (п. 1.1.4).

Каб забяспечыць аптымальны рэжым тэрмаапрацоўкі, зону ўспучвання печы, якая непасрэдна прымыкае да гарэлкі, часам аддзяляюць ад астатняй часткі (зоны падрыхтоўкі) кальцавым

парогам. Прымяняюць таксама двухбарабанныя печы, у якіх зоны падрыхтоўкі і ўспучвання прадстаўлены двума спалучанымі барабанамі, якія верцяцца з рознымі хуткасцямі.

Адрозніваюць чатыры асноўныя тэхналагічныя схемы падрыхтоўкі сырцовых гранул, ці чатыры спосабы вытворчасці керамзіту: сухі, пластычны, парашкова-пластычны і мокры.

Сухі спосаб выкарыстоўваюць пры наяўнасці каменепадобнай гліністай сыравіны (шчыльныя сухія гліністыя пароды, гліністыя сланцы). Ён найбольш просты: сыравіна здрабняецца і накіроўваецца ў вярчальную печ. Папярэдне неабходна адсеяць дробязь і занадта буйныя кавалкі, накіраваўшы апошнія на дадатковае драбненне. Гэты спосаб апраўдвае сябе, калі зыходная парода аднастайная, не ўтрымлівае шкодных уключэнняў і характарызуецца дастаткова высокім каэфіцыентам ўспучвання.

Найбольшае распаўсюджанне атрымаў *пластычны спосаб*. Рыхлая гліністая сыравіна па гэтым спосабе перапрацоўваецца ў валковых драбілках, глінамяшалках і іншых агрэгатах (як у вытворчасці цэглы). Затым з пластычнай глінамасы на дзіркаватых вальцах або стужкавых прэсах фармуюцца сырцовыя гранулы ў выглядзе цыліндрыкаў, якія пры далейшым транспартаванні або пры спецыяльнай апрацоўцы акругляюцца.

Гранулы з вільготнасцю прыкладна 20% могуць адразу накіроўвацца ў вярчальную печ або, што больш выгадна, папярэдне падсушвацца ў сушыльных барабанах ці ў іншых цеплаабменных устаноўках з выкарыстаннем цяпла адыходзячых дымавых газаў з вярчальнай печы.

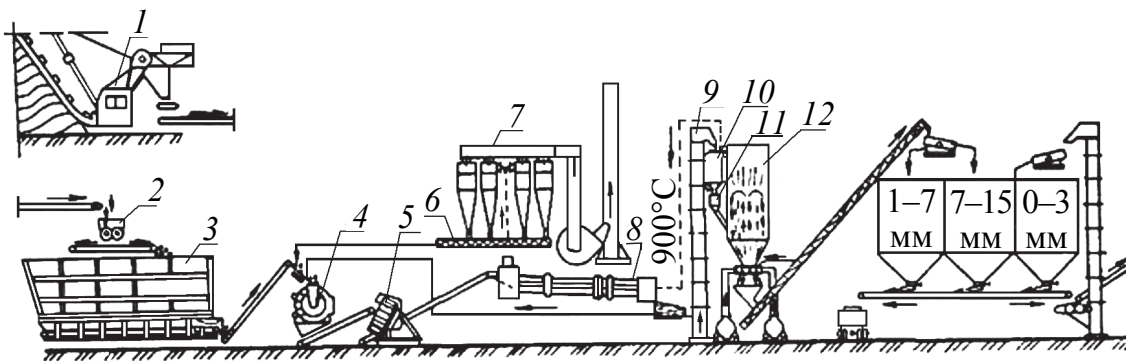
Такім чынам, вытворчасць керамзіту па пластычным спосабе больш складная, чым па сухім. Яна больш энергаёмістая і патрабуе значных капіталаўкладанняў. З другога боку, перапрацоўка гліністай сыравіны з разбурэннем яе натуральнай структуры, асярэдненнем, гамагенізацыяй, а таксама магчымасцю паляпшэння яе дабаўкамі дазваляе павялічыць каэфіцыент ўспучвання, гэта значыць павысіць марку керамзіту.

Парашкова-пластычны спосаб адрозніваецца ад пластычнага тым, што спачатку памолам сухой гліністай сыравіны атрымліваюць парашок, а потым з гэтага парашку пры дабаўленні вады атрымліваюць пластычную гліністую масу, з якой фармуюць гранулы, як апісана вышэй. Гэты спосаб падрыхтоўкі сыравіны мэтазгодны, калі сыравіна неаднастайная па складзе, калі патрабуецца

ўводзіць дабаўкі або калі ў сыравіне ёсць шкодныя ўключэнні зерняў вапняку, гіпсу.

Мокры (шлікерны) спосаб заключаецца ў развядзенні гліны ў вадзе ў спецыяльных ёмістасцях – глінабоўталках, як у вытворчасці цэменту (рыс. 1.3). Вільготнасць атрыманай пульпы (шлікеру) – прыкладна 50%. Пульпа помпамі падаецца ў шламбасейны і адтуль – у вярчальныя печы. Недахоп гэтага спосабу – павышаны расход паліва, які звязаны з вялікай пачатковай вільготнасцю шлікеру. Перавагамі з’яўляюцца дасягненне аднастайнасці сыравіннай пульпы, магчымасць і прастата ўвядзення дабавак, прастата выдалення з сыравіны камяністых уключэнняў і зерняў вапняку. Гэты спосаб рэкамендуецца пры высокай кар’ернай вільготнасці гліны, калі яна вышэйшая за фармовачную. Ён можа быць выкарыстаны таксама ў спалучэнні з гідра механізаванай здабычай гліны і падачай яе на завод у выглядзе пульпы па трубах замест распрацоўкі экскаватарамі з перавозкай аўтатранспартам, якая звычайна прымяняецца.

У якасці альтэрнатывы абпалу ў вярчальных печах пры пластычным спосабе вытворчасці керамзіту можа выкарыстоўвацца абпал у печах псеўдазвадкаванага слоя (рыс. 7.26).



Рыс. 7.26. Тэхналагічная схема вытворчасці керамзітавага жвіру па цыркуляцыйным спосабе:

1 – шматкаўшавы экскаватар; 2 – валковая драбílка; 3 – скрыневы падавальнік; 4 – млын ударнага дзеяння; 5 – талеркавы гранулятар; 6 – шнэк для адводу пылу; 7 – цыклонны пылаўлоўнік; 8 – сушыльны барабан; 9 – каўшавы элеватар; 10 – бункер-назапашвальнік; 11 – загрузны шлюз; 12 – печ псеўдазвадкаванага слоя

У печы гранулы захопліваюцца ўзыходзячай газавай плыню і падымаюцца ўверх да таго часу, пакуль сіла ўздзеяння газавага патоку не стане меншай за сілу цяжару матэрыялу, які трапляе

ўніз, затым зноў захопліваецца і падымаецца газавай плыню. Цыркулюючы такім чынам на працягу 40 с, гранулы ўспушваюцца. Затым падача паліва спыняецца, адкрываецца засаўка і на працягу 4 с успушаны матэрыял выгружаецца. Абпалены жвір адгружаецца канвеерам на гатункаванне, а новая партыя грануляванага матэрыялу паступае ў печ на ўспучванне.

Вышыня печы – 10 м, унутраны дыяметр – 2,5 м. Адпрацаваныя дымавыя газы з печы паступаюць у сушыльны барабан і пасля выхаду з яго абяспыльваюцца ў цыклонах.

У супрацьлегласць класічнаму спосабу вытворчасці керамзіту ў вярчальных печах цыркуляцыйны спосаб дазваляе пускць і спыняць усю ўстаноўку ў любы час без небяспекі для печы і футроўкі, а таксама без вялікіх цепластрат, якія непазбежны праз тарцы вярчальнай печы.

Успучаная гліністая сыравіна, прыдатная для вытворчасці керамзіту, не часта сустракаецца. Больш распаўсюджаны малапластычныя, запасочаныя гліністыя пароды, суглінкі, якія пры абпале не ўспучваюцца. Гэтыя пароды можна выкарыстоўваць для атрымання іншага штучнага порыстага запаўняльніка – *аглапарыту*. Для таго каб атрымаць порыстую структуру, гэтыя матэрыялы падвяргаюць спяканню. Да іх дадаюць розныя адходы прамысловасці, асабліва паліваўтрымальныя (адходы здабычы вугалю, гаручых сланцаў, пілавінне).

На рыс. 7.27 паказана найбольш шырока распаўсюджаная ў цяперашні час агламерацыйная машына стужкавага тыпу. Асновай яе з'яўляецца пласціністы канвеер.

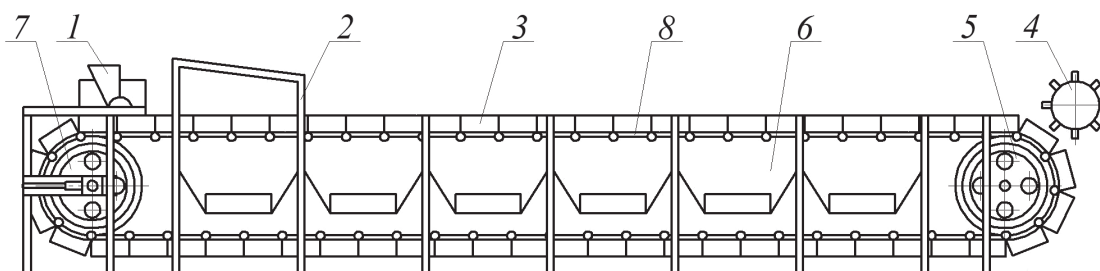


Рис. 7.27. Стужкавая агламерацыйная машына

Сутнасць працэсу заключаецца ў наступным. З сыравіны з дабаўленнем паліва (вугалю) рыхтуюць друзлую шыхту і сілкавальнікам 1 размяркоўваюць яе па палетах 3, якія замацаваны на пласціністым ланцугу 8. Машына прыводзіцца ў рух ад прывадной

зорачкі 5, неабходнае нацяжэнне ланцуга кантралюецца нацяжной зорачкай 7.

Пад грузавой галіной ланцуга ў вакуум-камерах 6 адсмоктваннем паветра вентылятарам ствараюць разрэджанне, дзякуючы якому адбываецца праход паветра праз шыхту. Зверху шыхту падпальваюць у стацыянарным горне 2. За кошт гарэння вугалю ў ёй ствараецца высокая тэмпература (да 1400–1500°C). Пры гэтым шыхта спякаецца ў порыстую шклопадобную масу. Гарачыя газы, якія адводзяцца ўніз, падаграваюць ніжэйшыя пласты шыхты, і зона гарэння паступова перасоўваецца да ланцуга. Верхнія спечаныя пласты ў гэты час астуджваюцца павеграм, якое паступае праз іх. Калі зона гарэння паліва даходзіць да дна палет і працэс агламерацыі завяршаецца, атрымліваюць запечаны аглапарытавы корж.

Корж, як правіла, неаднастайны: усярэдзіне спяканне поўнае (корж цёмны), а на паверхні з-за лішку паветра і акісляльнага асяроддзя ўтвараецца так званы недапал бура-чырвонага колеру з паніжанымі трываласцю і стойкасцю. Таму першай аперацыяй пасля спякання шыхты з'яўляецца аддзяленне недапалу. Корж разломліваецца на кавалкі коржаламальнікам 4 (вал з рэдка насаджанымі біламі). Кавалкі падаюць на канвеер, слабаспечаныя часцінкі пры гэтым абсыпаюцца і вяртаюцца ў тэхналагічны працэс як дадатак да сыравіны, які паляпшае газапранікальнасць і спяканне шыхты. Больш трывалыя, цалкам запечаныя кавалкі ідуць далей па схеме, іх здрабняюць на друз і пясок, як правіла, у драбілках ударнага дзеяння.



У папярэдніх раздзелах вучэбнага дапаможніка, дзе прыводзіліся звесткі пра спецыяльнае абсталяванне і абсталяванне агульнага прызначэння, сустракаліся ўзоры цалкам гідраўлічных машын або хаця б элементаў гідрапрываду. Гэта драбілкі, прэсы, прывадшыбера змяшальніка і г. д. Агульныя пытанні па разліку гідрапрываду, складанню яго схем, рэгуляванні разглядаюцца ў дысцыпліне «Гідраўліка, гідрамашыны і гідрапрывад». А вось дадатковыя, звязаныя са спецыфікай машын, абумоўленыя тэхналогіяй вытворчасці будаўнічых матэрыялаў і вырабаў, патрабуюць вывучэння безадрыўна ад гэтай тэхналогіі і абсталявання. Вось чаму ў канцы вучэбнага дапаможніка з'явіўся раздзел «Спецыяльны гідрапрывад».

8.1. Агульная характарыстыка гідрапрываду

Гідрапрывад – гэта сукупнасць агрэгатаў, прызначаных для перадачы механічнай энергіі і прывядзення ў дзеянне механізмаў і машын з дапамогай вадкасці. Выкарыстанне гідрапрываду ў механічным абсталяванні ідзе ў двух асноўных напрамках: як сілавая элемента ў драбілках, прэсах і як пад'ёмна-транспартнай прылады ў рознага роду ўкладчыках, перакладчыках.

Асноўнымі перавагамі гідрапрываду перад механічным і электрычным з'яўляюцца:

- 1) меншыя маса і габарыты пры аднолькавай перадачы магутнасці;
- 2) магчымасць дасягнення вялікіх перадатачных лікаў і беспступеннага рэгулявання хуткасці;
- 3) малая інерцыйнасць;
- 4) магчымасць простага і надзейнага прадухілення ад перагрузак.

Разам з тым ёсць некаторыя недахопы:

- 1) больш нізкі каэфіцыент карыснага дзеяння;
- 2) страты вадкасці праз няшчыльнасці.

Аднак, нягледзячы на гэта, перавагі відавочныя і іх значна больш, што садзейнічае шырокаму ўкараненню гідрапрываду ў механічным абсталяванні.

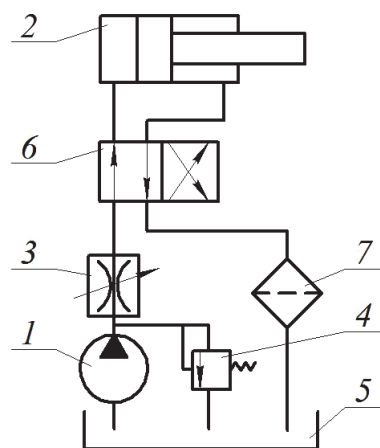
Для аднаўлення ў памяці звестак пра асноўныя элементы гідрапрываду прывядзём яго найпрасцейшую схему (рыс. 8.1).

Абавязковымі элементамі гэтых схем з'яўляюцца крыніца энергіі (часцей за ўсё помпа) і гідрарухавік. Для забеспячэння рэверса і спынення рухавіка ў схему ўключаюцца гідразмеркавальнікі. Рэгуляваць падачу вадкасці можна дроселем або непасрэдна помпай ці рухавіком. Абавязковай у схемах з'яўляецца наяўнасць засцерагальнага клапана, з дапамогай якога зніжаецца ціск у сістэме пры выпадковым яго павышэнні і забяспечваецца стабільнасць у рабоце. У большасці схем прадугледжана фільтрацыя вадкасці для выдалення з яе цвёрдых часцінак.

Прыняўшы за асноўную прыкмету характар руху вядомага звяна (гідрарухавіка), разгледзім парадак пабудовы тыповых схем гідрапрываду.

На рыс. 8.1 паказана схема гідрапрываду паступальнага руху. Крыніцай энергіі з'яўляецца нерэгулюемая помпа 1. Падача вадкасці ў гідрарухавік 2 рэгулюецца дроселем 3. Пры перавышэнні ціску ў сістэме адкрываецца клапан 4 і лішняя вадкасць скідаецца ў бак 5. Зваротна-паступальныя рухі гідрарухавіка забяспечваюцца пераключэннем двухпазіцыйнага гідразмеркавальніка 6, з дапамогай якога вадкасць па чарзе падаецца то справа, то злева ад поршня. Пры зліве ў бак вадкасць ачышчаецца фільтрам 7. Бак знаходзіцца пад атмасферным ціскам.

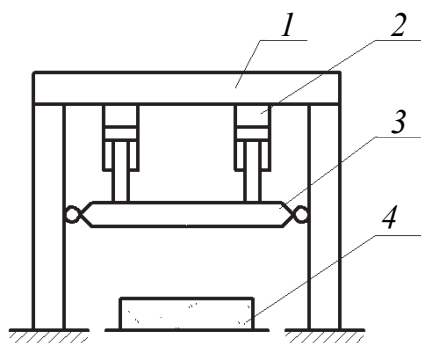
Канструкцыйныя асаблівасці помпаў, рухавікоў, гідраапаратуры, методыка складання схем і спосабы рэгулявання гідрапрываду разгледжаны раней ва ўказанай вышэй дысцыпліне. Таму дадзены раздзел прысвечаны вывучэнню сістэм сінхранізацыі руху накіравальных сістэм, дынамічнага гідрапрываду і пнеўмапрываду.



Рыс. 8.1. Схема гідрапрываду паступальнага руху

8.2. Сістэмы сінхранізацыі руху

8.2.1. Неабходнасць сінхранізацыі



Рыс. 8.2. Шматструнная рэзальная машына:

- 1 – рама; 2 – гідрацыліндры;
3 – рэзальная рама;
4 – разрезаемы масіў

У прамысловасці будаўнічых машынаў вельмі часта сустракаюцца машыны, у якіх рабочы орган перамяшчаецца не адным, а двума і больш гідрарухавікамі.

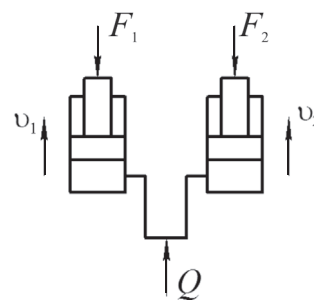
Прыкладам такога агрегата з'яўляецца шматструнная рэзальная машына для атрымання газасілікатных блокаў (рыс. 8.2).

Рэзальная рама 3 са струнамі перамяшчаецца двума гідрацыліндрамі. Пры выкарыстанні ў гідрапрывадзе двух і больш гідрацыліндраў можа ўзнікнуць сітуацыя, пры якой на

штокі дзейнічаюць розныя сілы: $F_1 > F_2$ (рыс. 8.3). У выніку ў першым цыліндры павялічыцца ціск: $p_1 > p_2$, а хуткасць перамяшчэння поршня, наадварот, запавольнецца: $v_1 < v_2$.

Калі вярнуцца да прыкладу рэзальнай машыны, то рознасць хуткасцей прывядзе да перакосу рэзальнай рамкі, што адмоўна адаб'ецца на дакладнасці і якасці рэзу і нават можа прывесці да паломкі машыны.

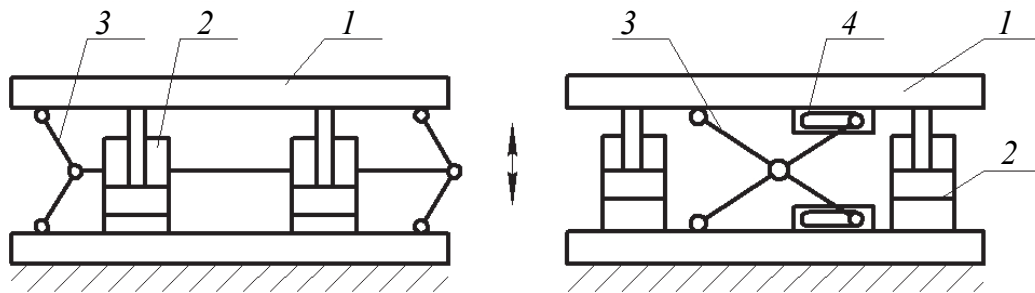
Сінхранізацыя якраз і заключаецца ў забеспячэнні аднолькавай хуткасці перамяшчэння ўсіх гідрарухавікоў. Існуюць два спосабы сінхранізацыі: гідра механічны і чыста гідраўлічны, які, у сваю чаргу, падзяляецца на дросельны і аб'ёмны.



Рыс. 8.3. Схема нагружэння двух гідрацыліндраў

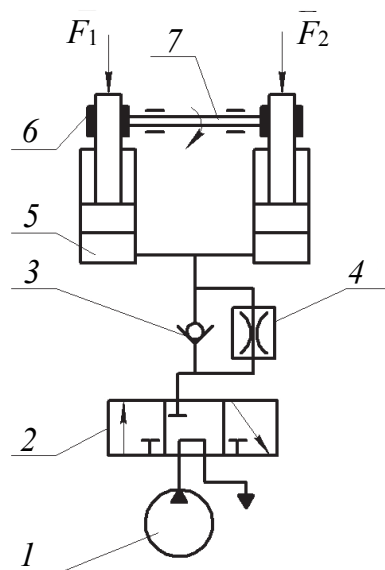
8.2.2. Гідра механічная сінхранізацыя

Гідра механічная сінхранізацыя – гэта сукупнасць механічных і гідраўлічных прыстасаванняў. Акрамя схемы гідрапрываду, у механізм перамяшчэння рабочага органа звычайна ўводзіцца жорсткая механічная сувязь. Гэта могуць быць, напрыклад, рычажная (рыс. 8.4) або зубчастая (рыс. 8.5) механізмы.



Рыс. 8.4. Сінхранізацыя з дапамогай рычажных механізмаў:
 1 – перамяшчаемая пляцоўка; 2 – гідрацыліндр; 3 – рычагі;
 4 – накіравальнік

Аднолькавая даўжыня рычагоў 3 нават пры значнай рознасці нагрузкі на гідрацыліндры 2 не дасць перакасіцца перамяшчаемай пляцоўцы 1. Пры выкарыстанні ў якасці сінхранізатара рэйкавай зубчастай перадачы (рыс. 8.5) рэйка замацоўваецца непасрэдна да штока. Прычым абавязковай умовай для гэтай перадачы павінны быць аднолькавы модуль і аднолькавая колькасць зубоў на шасцернях 6.

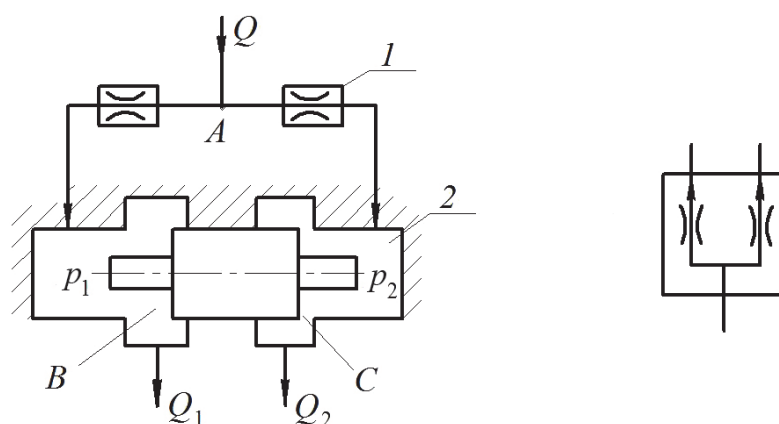


Рыс. 8.5. Сінхранізацыя з дапамогай рэйкавай
 зубчастай перадачы:
 1 – помпа; 2 – гідразмеркавальнік;
 3 – зваротны клапан; 4 – дросель;
 5 – гідрацыліндр; 6 – шасцерня; 7 – вал

Недахопам такога спосабу сінхранізацыі з'яўляюцца вялікія нагрузкі на элементы жорсткай механічнай сувязі (рычагі, шасцерні).

8.2.3. Дросельная сінхранізацыя

Сама назва спосабу гаворыць пра тое, што сінхранізацыя павінна ажыццяўляцца з выкарыстаннем дроселяў. Менавіта дроселі з'яўляюцца адной з асноўных частак адзінага гідраапарата, які выкарыстоўваецца для дросельнай сінхранізацыі і называецца дзялільнікам плыні. На рыс. 8.6 паказана прынцыповая схема дзялільніка плыні і яго абазначэнне на схемах.

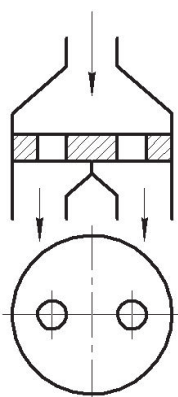


Рыс. 8.6. Дзялільнік плыні:

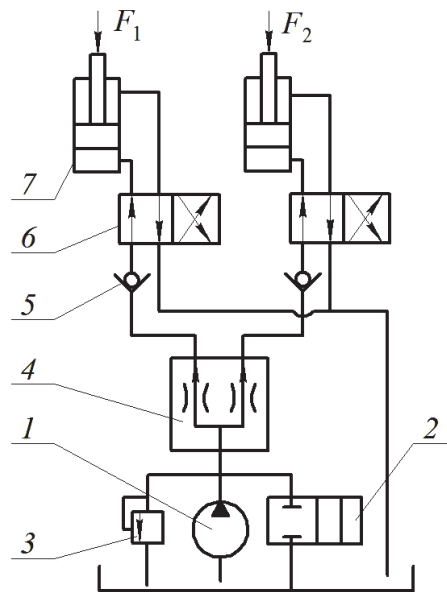
1 – нерэгулюемы дросель; 2 – залатнік

У якасці дроселяў 1 выкарыстоўваецца звычайна дыск з двума адтулінамі аднолькавага дыяметра (рыс. 8.7). Асноўнае прызначэнне дроселя – стабілізацыя ціску на ўваходзе ў залатнік і прадухіленне гідраўлічных удараў на яго.

Прынцып дзеяння дзялільніка плыні заключаецца ў тым, што ў пункце А плынь вадкасці падзяляецца на дзве часткі. Калі, напрыклад, па нейкай прычыне злева ад залатніка павялічыцца ціск: $p_1 > p_2$, то плунжар залатніка пачне перамяшчацца ўправа і перакрые канал С. Расход Q_2 зменшыцца, а ціск справа p_2 узрасце. Пад уздзеяннем гэтага ціску плунжар пойдзе ўлева. Такім чынам, плунжар увесь час імкнецца да становішча дынамічнай раўнавагі, пры якім $p_1 = p_2$. У гэтым выпадку плошчы каналаў В і С роўныя, а значыць, роўныя і расходы: $Q_1 = Q_2$. Пагрэшнасць такога дзялільніка плыні не перавышае 3%. Перапад ціску складае 0,3–0,4 МПа. Схема ўключэння дзялільніка плыні ў гідрапрывад паказана на рыс. 8.8.



Рыс. 8.7.
Дросель
плыні
дзялільніка



Рыс. 8.8. Схема гідрапрываду з дзялільніка пlynі:

- 1 – помпа; 2 – двухпазіцыйны кранавы гідразмеркавальнік;
 3 – засцерагальны клапан; 4 – дзялільнік пlynі; 5 – зваротны клапан;
 6 – гідразмеркавальнік; 7 – гідрацыліндр

За кошт уключэння ў схему дзялільніка пlynі 4 забяспечваецца сінхронны рух гідрацыліндраў 7 пры любой нагрузцы на іх. Каб кіраваць і сінхранізаваць рух яшчэ двух (усяго чатырох) гідрацыліндраў, трэба пасля дзялільніка 4 паставіць яшчэ два дзялільнікі, якія падзяляюць кожную пlynь на дзве.

Пры пад'ёме поршні можна спыніць у любым прамежкавым становішчы. Для гэтага трэба адкруціць кран 2, і помпа 1 закальцуецца на бак. Зваротны клапан 5 не дае вадкасці выцесці з гідрацыліндра, і поршань зафіксуецца ў любой прамежкавай пазіцыі.

Асноўны недахоп такога спосабу сінхранізацыі – вялікія энергзатраты з-за наяўнасці дроселяў.

8.2.4. Аб'ёмная сінхранізацыя

Аб'ёмная сінхранізацыя базіруецца на прынцыпе аб'ёмнага дазіравання вадкасці, якая падводзіцца да рухавіка. Адным са шляхоў рэалізацыі гэтага спосабу з'яўляецца выкарыстанне так званага аб'ёмнага дазатара ці мультыплікатара (рыс. 8.9).

Аб'ёмны дазатар 3 уяўляе сабой двухкамерны гідрацыліндр. Прычым умовай сінхранізацыі рабочых гідрацыліндраў 1 і 2 з'яўляецца роўнасць рабочых плошчаў дазатара: $S_1 = S_2$. Гэтыя плошчы вызначаюцца як

$$S_1 = \frac{\pi D_1^2}{4}; S_2 = \frac{\pi(D_2^2 - D_1^2)}{4}. \quad (8.1)$$

Паколькі расход $Q = v \cdot S = \text{const}$, то і хуткасць руху поршняў першага і другога гідрацыліндраў аднолькавая: $v_1 = v_2$. Дакладнасць сінхранізацыі залежыць толькі ад дакладнасці размераў дазатара D_1 і D_2 . Звычайна хібнасць не перавышае 3%.

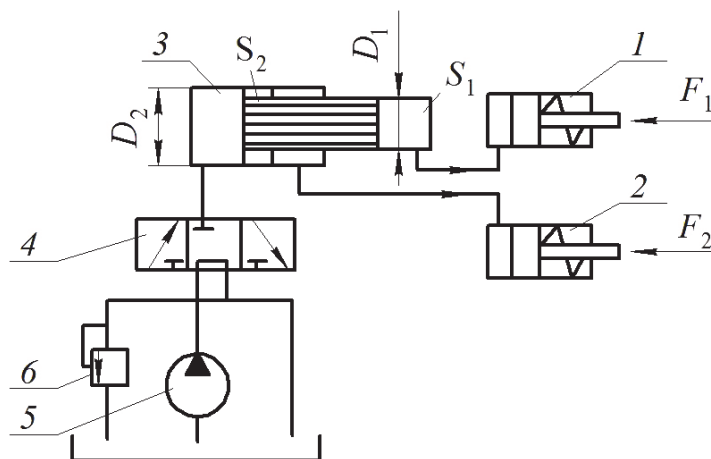


Рис. 8.9. Аб'ёмны дазатар:

1, 2 – гідрацыліндры; 3 – аб'ёмны дазатар;

4 – гідраразмеркавальнік;

5 – помпа; 6 – засцерагальны клапан

Сінхроннасць руху можа быць дасягнута і без выкарыстання мультыплікатара, а пры арганізацыі перацёку вадкасці з аднаго гідрацыліндра ў другі (рыс. 8.10).

Адзінай умовай для гэтага павінна быць роўнасць плошчы штокавай поласці аднаго гідрацыліндра з плошчай поршневай поласці другога $S_1 = S_2$.

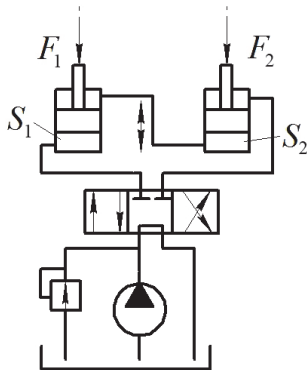
У якасці аб'ёмнага сінхранізатара могуць быць выкарыстаны ротарныя аб'ёмныя гідрамашыны, ці, прасцей кажучы, вярчальныя гідрарухавікі (рыс. 8.11).

Умовай сінхранізацыі з'яўляецца аднолькавыя рабочыя аб'ёмы гідрамашын 3 і 4, а таксама жорсткая сувязь іх валоў. Гэта азначае, што павінны выконвацца ўмовы $V_3 = V_4$ і $n_3 = n_4$. Сінхранізацыя частот вярчэння n_3 і n_4 можа быць дасягнута з дапамогай ланцужовай, зубчастай перадач.

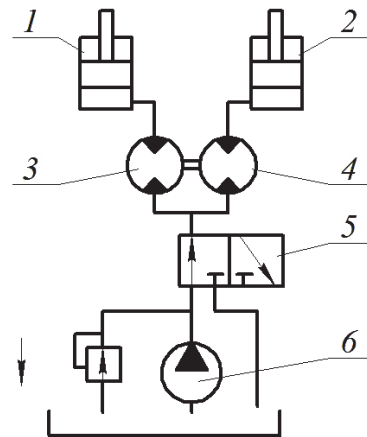
Паколькі расход вадкасці ў гідрацыліндрах 1 і 2 залежыць ад аб'ёму і часціні вярчэння гідрарухавікоў 3 і 4, то, улічваючы неабходныя ўмовы сінхранізацыі, можна запісаць:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{V_3 n_3}{V_4 n_4} = 1. \quad (8.2)$$

Адсюль канчатковы расход $Q_1 = Q_2$ і хуткасць руху поршняў гідрацыліндраў $v_1 = v_2$.



Рыс. 8.10. Сінхранізацыя шляхам перацёку вадкасці



Рыс. 8.11. Сінхранізацыя з дапамогай аб'ёмных гідрамашын:

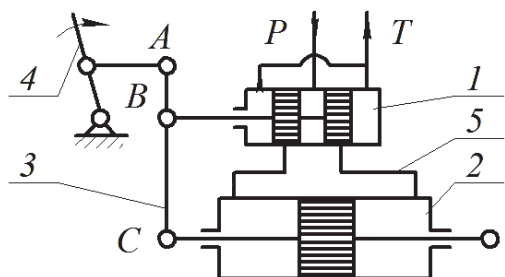
1, 2 – рабочыя гідрацыліндры;
3, 4 – вярчальныя гідрарухавікі;
5 – гідразмеркавальнік; 6 – помпа

Дакладнасць рэгулявання залежыць толькі ад аб'ёмнага ККДз гідрарухавікоў 3 і 4 – гэта значыць ад уцечкі вадкасці ў іх. Пры змяненні нагрузак на штокі гідрацыліндраў 1 і 2 ціск у іх можа моцна адрознівацца, адпаведна і ўцечкі будуць рознымі. Пры ўмове, што рознасць нагрузак не перавышае 25%, дакладнасць сінхранізацыі складае 2–3%. У якасці вярчальных гідрарухавікоў можна выкарыстоўваць недарагія шасцерневыя помпы.

8.3. Назіральныя сістэмы

Гідрапрывад, у якога выхадное зв'язно паўтарае рух зв'язна кіравання ў зададзеным маштабе, называецца назіральным. Выхадное зв'язно – гэта гідрарухавік. У залежнасці ад віду гідрарухавіка назіральныя сістэмы бываюць паступальнага, паваротнага і вярчальнага руху. У якасці зв'язна кіравання выкарыстоўваюцца златнікі, кранавыя гідразмеркавальнікі, дроселі ў выглядзе струменістай трубкі, рэгулюемыя помпы. Назіральны гідрапрывад

шырока выкарыстоўваецца ў якасці гідраўзмацняльніка для ўзмацнення магутнасці выхаднога звяна. Каэфіцыент узмацнення можа дасягаць $K_y = 10^5$.



Рыс. 8.12. Назіральны гідрапрывад паступальнага руху

Адна з тыповых схем назіральнага гідрапрываду паступальнага руху прыведзена на рыс. 8.12.

Звяном кіравання ў гэтай схеме з'яўляецца залатнік 1. Пры павароце ручкі 4 управа плунжар залатніка таксама пойдзе ўправа. Напорная лінія P злучаецца з гідралініяй 5, і поршань гідрацыліндра 2 змяшчаецца ўлева. Шток паверне рычаг 3 вакол пункта A ўлева. Улева пацягнецца і шток залатніка. Поршань гідрацыліндра будзе рухацца да таго часу, пакуль плунжар залатніка не перакрые лінію 5.

Каэфіцыент перадачы для дадзенай назіральнай сістэмы

$$K_{\pi} = \frac{l_{AC}}{l_{AB}}, \quad (8.3)$$

дзе l_{AC} і l_{AB} – адпаведная даўжыня плячэй рычага 3.

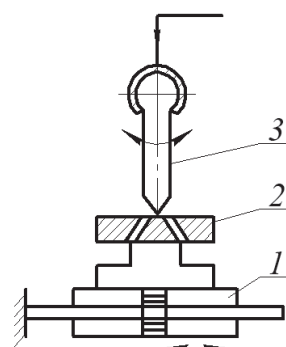
Каэфіцыент узмацнення

$$K_y = \frac{F_{\pi}}{F_3}, \quad (8.4)$$

дзе F_{π} – сіла, развіваемая поршнем, Н; F_3 – сіла, затрачваемая на перамяшчэнне залатніка, Н.

У назіральных сістэмах паступальнага руху ў якасці звяна кіравання можа выкарыстоўвацца не толькі залатнік, але і струменістая трубкі (рыс. 8.13).

Шток гідрацыліндра 1 жорстка замацаваны, а перамяшчацца можа сам корпус гідрацыліндра. У якасці гідраразмеркавальніка 2 выкарыстоўваецца плоская пласціна з дзвюма адтулінамі дыяметрам 2,0–2,5 мм, кожная з якіх злучана з адпаведнай поласцю гідрацыліндра. Дыяметр выхадной адтуліны паваротнай струменістай трубкі 3 складае 1,2–1,8 мм. Хуткасць



Рыс. 8.13. Назіральная сістэма са струменістай трубкай

вадкасці на выхадзе з трубка дасягае 40 м/с. Пры павароце трубка мяняецца колькасць вадкасці, якая пападае ў кожную адтуліну. Аднаводна мяняецца і ціск вадкасці ў поласцях гідрацыліндра. Гідрацыліндр пачынае перамяшчацца ўслед за струменістай трубкай.

Струменістыя трубка больш адчувальныя, маюць меншую масу, не так схільныя да забіўкі, як залатніковыя гідраразмеркавальнікі. Таму такія назіральныя сістэмы шырока выкарыстоўваюцца ў схемах аўтаматыкі.

У аснову назіральнай сістэмы паваротнага руху пакладзены шыберны паваротны гідрарухавік (рыс. 8.14).

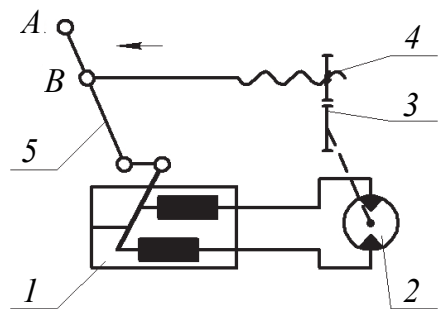
Аднак, акрамя шыбера 1 паваротнага гідрарухавіка, сістэма дапоўнена гідраразмеркавальнікам кранавага тыпу, выкананым у выглядзе паваротнага залатніка 2 з напорным і зліўным каналамі.

Пры павароце залатніка 2 па гадзіннікавай стрэлцы ўправа яго канал А злучыцца з поласцю Д гідрарухавіка і шыбер 1 пачне паварочвацца ўлева. Ён будзе паварочвацца да таго часу, пакуль напорны канал зноў не перакрыецца. Такім чынам, выхадное зв'язно (шыбер) сочыць за рухам кіравальнага зв'язна (залатніка).

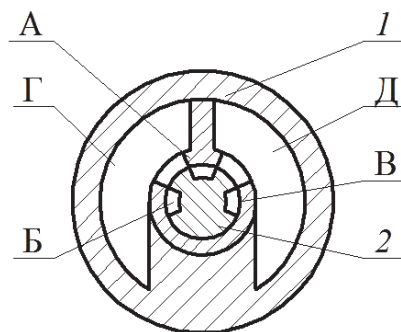
Кэфіцыент узмацнення для паваротнай сістэмы

$$K_y = \frac{M_{ш}}{M_3}, \quad (8.5)$$

дзе $M_{ш}$ – вярчальны момант, ствараемы шыберам, Н·м; M_3 – вярчальны момант, прыкладзены да залатніка, Н·м.



Рыс. 8.15. Назіральная сістэма вярчальнага руху



Рыс. 8.14. Назіральная сістэма паваротнага руху:

А – напорны канал;
Б, В – зліўны канал;
Г, Д – рабочыя поласці рухавіка

Кэфіцыент перадачы пры гэтым $K_{п} = 1$, таму што вугал павароту залатніка і шыбера аднолькавы.

У назіральных сістэмах вярчальнага руху ў якасці зв'язна кіравання выкарыстоўваюцца рэгулюемыя помпы, прычым пераважна аксіяльна-поршневыя (рыс. 8.15).

Акрамя гідраагрэгатаў, у схему ўключана некалькі механічных прыстасаванняў, такіх як зубчастая і шрубавая перадачы, сістэма рычагоў. Спецыфіка механізму дадзенай схемы заключаецца ў тым, што адна з шасцерняў 3 жорстка насаджана на вал рухавіка 2, а другая мае шрубавую нарэзку і выконвае функцыі гайкі, у якую заходзіць шруба 4. Пры ўздзеянні на рычаг 5 знешняй сілы ў пункце *A* (у напрамку стрэлкі) ён павернецца вакол пункта *B* і ўстанавіць дыск аксіяльна-поршневай помпы 1 пад нейкім вуглом. Помпа 1 забяспечыць вызначаную падачу, і за кошт энергіі плыні вадкасці прыводзіцца ў вярчэнне рухавік 2, а ад яго і зубчастая перадача 3. Пры вярчэнні дадзенай шасцерні шруба 4 пачне выходзіць улева і праз рычаг 5 будзе паварочваць дыск помпы, змяняючы яго вугал нахілу. Калі дыск стане перпендыкулярна да вала, то падача помпы спыніцца. Вярчэнне рухавіка, шасцерняў і ход шрубы заўсёды павінны быць такімі, каб вугал устаноўкі дыска змяняўся. Каэфіцыент перадачы такой назіральнай сістэмы залежыць ад перадачнага ліку шасцерневай пары і суадносін даўжыні плячэй рычага.

Назіральныя сістэмы шырока выкарыстоўваюцца як узмацняльнікі ў мабільных машынах (аўтамабілях, трактарах), у машынабудаванні пры апрацоўцы дэталеў па капіры. Даволі шырокія перспектывы яны маюць і для выкарыстання ў механічным абсталяванні прадпрыемстваў будаўнічых матэрыялаў.

8.4. Аб'ёмны пнеўмапрывад

8.4.1. Фізічныя ўласцівасці паветра

Энерганосьбітам для пнеўмапрываду з'яўляецца сціснутае паветра. Пнеўмапрывад выкарыстоўваецца ў тых сілавых механізмах, дзе не патрабуюцца вялікія намаганні, напрыклад адкрыццё шыбера ў змяшальніку. Але пераважнае выкарыстанне ён знайшоў у сістэмах аўтаматызацыі.

У адрозненне ад вадкасці, паветра, як любы газ, – сціскальнае асяроддзе. Стан ідэальнага газу апісваецца асноўным ураўненнем газавай дынамікі – ураўненнем Мендзялеева – Клапейрона:

$$pV = mRT, \quad (8.6)$$

дзе p – ціск, Па; V – аб'ём, м³; m – маса, кг; R – універсальная газавая пастаянная, Дж/кг·К; T – тэмпература, К.

Для паветра ўніверсальная газавая пастаянная $R = 287$ Дж/кг·К.

Важнымі параметрамі для паветра з'яўляюцца шчыльнасць і вязкасць. Пры нармальных умовах (ціск 760 мм рт. сл. і тэмпература 20°C) шчыльнасць паветра $\rho = 1,207$ кг/м³, а дынамічная вязкасць $\mu = 18,4 \cdot 10^{-6}$ Н·с/м². Шчыльнасць і вязкасць вельмі істотна залежаць ад тэмпературы і ціску паветра. Напрыклад, пры ціску $p = 760$ мм рт. сл. і тэмпературы $t = 100^\circ\text{C}$ $\rho = 0,92$ кг/м³ пры ціску $p = 1$ МПа і тэмпературы $T = 20^\circ\text{C}$ $\rho = 12$ кг/м³.

Вязкасць пры любой тэмпературы можна разлічыць па формуле

$$\mu_T = \mu_0 \left(\frac{T}{273} \right)^{0,75}, \quad (8.7)$$

дзе μ_0 – вязкасць пры тэмпературы 273 К (0°C); T – тэмпература паветра, К.

Відавочна, што з-за сціскальнасці паветра працэс выцякання газу з неабмежаванага аб'ёму апісваецца больш складанай залежнасцю ў параўнанні з вадкасцю.

Ураўненне расходу для паветра

$$Q = \alpha S p_1 \sqrt{\frac{2K}{(K-1)RT_1} \left[\frac{p_2^{\frac{2}{K}}}{p_1} - \frac{p_2^{\frac{K+1}{K}}}{p_1} \right]}, \quad (8.8)$$

дзе α – каэфіцыент расходу; S – плошча адтулін, м²; p_1 і p_2 – ціск паветра ў неабмежаванай прасторы; T_1 – тэмпература паветра ў неабмежаванай прасторы.

Каэфіцыент K уяўляе сабой суадносіны цеплаёмістасцей

$$K = \frac{C_p}{C_v}, \quad (8.9)$$

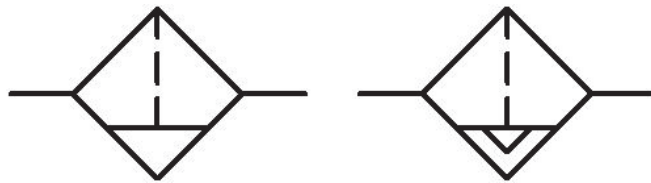
дзе C_p – цеплаёмістасць паветра пры пастаянным ціску, $C_p = 1,01 \times 10^3$ Дж/кг·К; C_v – цеплаёмістасць паветра пры пастаянным аб'ёме, $C_v = 0,72 \cdot 10^3$ Дж/кг·К.

Велічыня цеплаёмістасці практычна не залежыць ад тэмпературы. Сувяз паміж цеплаёмістасцямі ўстанаўліваецца ўраўненнем

$$C_p = C_v + R, \quad (8.10)$$

дзе R – універсальная газавая пастаянная.

фільтраў для газу, таксама як для сепаратараў, указваецца спосаб выгрузкі. Часта фільтр і сепаратар кампануюцца сумесна ў адным корпусе. Іх абазначэнне паказана на рыс. 8.17.



Рыс. 8.17. Абазначэнне фільтра-сепаратара

Асушка паветра праводзіцца двума асноўнымі спосабамі: абсорбцыяй і адсорбцыяй.

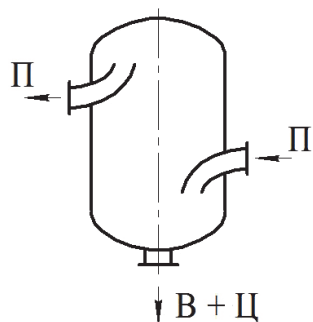
Адсорбцыя – паглыннанне пары вады цвёрдымі рэчывамі. У якасці цвёрдых паглынальнікаў выкарыстоўваюцца сухі торф, актываваны вугаль, вокіс алюмінію, цэаліты. Рэгенерацыя паглынальніка ажыццяўляецца шляхам нагрэву.

Абсорбцыя – паглыннанне вады вадкімі рэчывамі. У якасці такіх рэчываў часцей за ўсе выкарыстоўваецца дыэтыленгліколь. Аднак асноўная цяжкасць заключаецца ў рэгенерацыі гэтага паглынальніка, якая праводзіцца аддзіманнем інертным газам (азотам). Таму для сістэм гідрапрываду асушку паветра праводзяць пераважна адсорбцыяй.

8.4.3. Крыніцы энергіі і выканаўчыя органы пнеўмапрывадаў

Асноўнымі элементамі пнеўмапрываду з'яўляюцца крыніца энергіі і рабочы орган. Асноўнае адрозненне ад гідрапрываду заключаецца ў тым, што фун (паветра) не вяртаецца ў схему, а выкідваецца ў навакольнае асяроддзе. Яшчэ адной адметнай рысай пнеўмапрываду з'яўляецца тое, што рабочы ціск у пнеўма-сістэмах значна ніжэйшы і складае 0,3–1,0 МПа. За разліковую велічыню прымаецца ціск 0,63 МПа, таму патрабаванні да ўшчыльнення пнеўмаагрэгатаў менш жорсткія.

У залежнасці ад крыніцы энергіі пнеўмапрывад падзяляецца на кампрэсарны, акумулятарны і магістральны. Па сваёй сутнасці кампрэсарны пнеўмапрывад падобны на помпавы гідрапрывад, а акумулятарны і магістральны наогул аналагічны такім жа гідрапрывадам. У якасці крыніц энергіі кампрэсарнага пнеўмапрываду выкарыстоўваюцца розныя тыпы кампрэсараў: поршневыя, пласціністыя, шрубавыя, шматступенныя цэнтрабежныя і восевыя



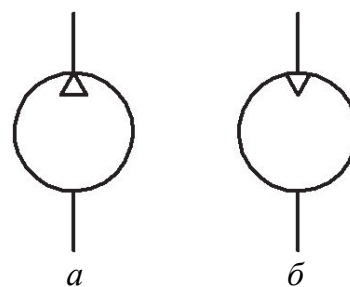
Рыс. 8.18. Рэсівер:
П – паветра; В – вадкасць;
Ц – цвёрдае

Першыя тры па канструкцыі і прынцепадзеяння аналагічны адпаведным помпам. Лішкавы ціск у іх ствараецца да 1 МПа. Для стварэння больш высокіх ціскаў (да 10 МПа) выкарыстоўваюцца шматступенныя цэнтрабежныя і восевыя кампрэсары. Пасля кампрэсара абавязкова ўстанаўліваецца рэсівер (рыс. 8.18).

Ён прызначаны для згладжвання пульсаций ціску пасля кампрэсараў і адначасова выконвае функцыі інерцыйнага сепаратара.

Аднак, нягледзячы на падрабязную характарыстыку кампрэсарнага пнеўмапрываду, трэба зазначыць, што часцей за ўсё ў прамысловых умовах выкарыстоўваецца магістральны пнеўмапрывад. Кампрэсар як крыніца энергіі для стварэння ціску ў магістралі выносіцца за межы вытворчых памяшканняў.

У залежнасці ад характару руху выканаўчага органа (рухавіка) пнеўмапрывад таксама бывае паступальнага, паваротнага і вярчальнага руху. У якасці пнеўмарухавікоў выкарыстоўваюцца абсалютна тыя ж машыны, што і ў гідрапрывадзе. Абазначэнне на схемах кампрэсараў і пнеўмарухавікоў таксама падобнае (рыс. 8.19). Адрозненне заключаецца ў тым, што трохвугольнікі ў абазначэннях не затушоўваюцца.



Рыс. 8.19. Абазначэнне на схемах кампрэсараў (а) і пнеўмарухавікоў (б)

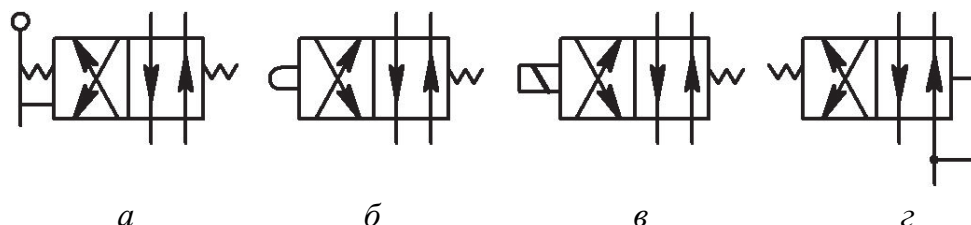
8.4.4. Пнеўмаапаратура

Паміж крыніцай энергіі і выканаўчым органам у пнеўмасхемах устанаўліваецца размеркавальная, рэгулявальная і засцерагальная апаратура.

У якасці пнеўмаапаратуры выкарыстоўваюцца пнеўмаразмеркавальнікі, клапаны, дроселі.

Пнеўмаразмеркавальнікі, як і ў гідрапрывадзе, у асноўным залатніковыя і кранавыя, але па канструкцыі яны прасцейшыя. У іх звычайна адсутнічае нейтральная пазіцыя, і яны толькі двухпазіцыйныя. Гэта абумоўлена тым, што паветра – сціскальнае

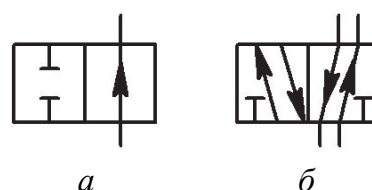
асяроддзе, і таму рухавік нельга спыніць у прамежкавым становішчы, а можна толькі ў двух крайніх. Прывад залатнікоў (рыс. 8.20) бывае ручны (а), механічны (б), электрамагнітны (в) і пнеўматычны (г).



Рыс. 8.20. Прывад залатніковых пнеўмаразмеркавальнікаў

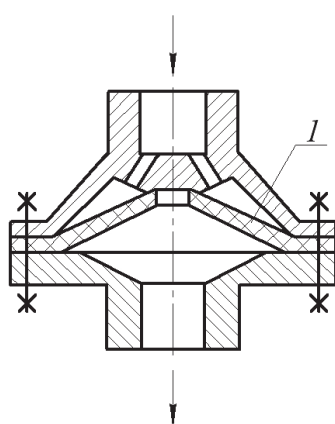
Нягледзячы на абмежаваны лік пазіцый, колькасць гідраліній, далучаных да пнеўмаразмеркавальніка, можа быць самай разнастайнай (рыс. 8.21).

Клапаны па канструкцыі і прызначэнні такія ж самыя, як у гідрапрывадзе, толькі з-за меншага ціску спружына больш слабая, разлічаная на меншыя намаганні. Спецыфічны толькі клапан хуткага выхлапу, прызначаны для рэзкага змяншэння ціску (рыс. 8.22). Асноўным элементам гэтага клапана з'яўляецца мембрана 1 з эластычнага матэрыялу, якая замацавана паміж фланцамі корпуса.



Рыс. 8.21.

Пнеўмаразмеркавальнікі:
а – двухлінейны;
б – пяцілінейны

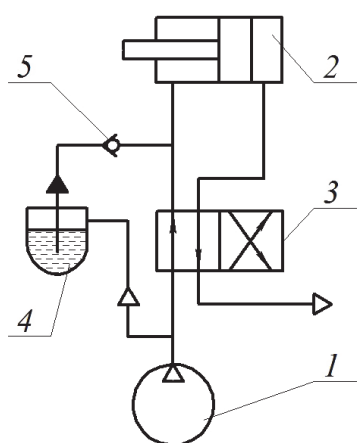


Рыс. 8.22. Клапан хуткага выхлапу

Мембрана можа быць выканана з тонкай спружыннай сталі. Пры перавышэнні ціску мембрана рэзка дэфармуецца і прыціскаецца да ніжняй часткі корпуса. Частка паветра пры гэтым выкідаецца ў атмасферу. Калі ціск панізіцца, мембрана вяртаецца ў зыходнае становішча.

У якасці дроселяў у пнеўмасістэмах часцей за ўсё выкарыстоўваюцца ігольчастыя дроселі.

Адным з найважнейшых сродкаў павышэння надзейнасці пнеўматычных сістэм з'яўляецца забеспячэнне змазкі паверхняў трэння, асабліва штока. Пры змазцы трэнне памяншаецца ў 2–2,5 разу. Змазачны матэрыял можа быць вадкі і пластычны (кансістэнтны).



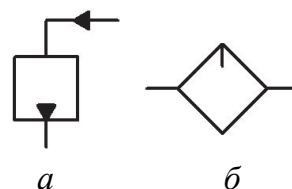
Рыс. 8.23. Схема кампрэсарнага пнеўмапрываду з аўтаматызаванай змазкай:

- 1 – кампрэсар;
- 2 – пнеўмацыліндр;
- 3 – размеркавальнік;
- 4 – ёмістасць з маслам;
- 5 – шаравы сілкавальнік

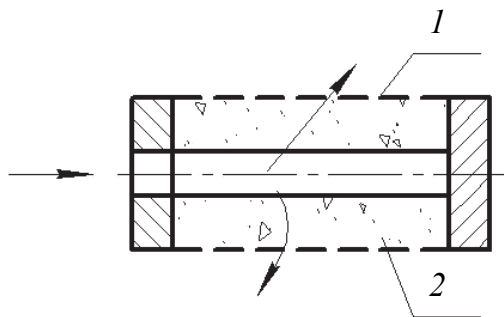
Падача змазкі на паверхні ажыццяўляецца ўручную або аўтаматызавана. Вадкая змазка часцей за ўсё падаецца аўтаматычна, а густая – уручную. На рыс. 8.23 паказана схема кампрэсарнага пнеўмапрываду з аўтаматычнай вадкай змазкай.

Масла ў пнеўмапрывад падаецца пры халастым ходзе пнеўмацыліндра 2, калі рабочы ціск утвараецца ў штокавай поласці. У ёмістасці 4 утвараецца ціск, і масла выціскаецца праз шаравы сілкавальнік 5 у пнеўмалінію. На ўваходзе ў пнеўмалінію ўстанаўліваецца распыляльнік масла (фарсунка). Пры рабочым ходзе пнеўмацыліндра, калі пераключаецца пнеўмаразмеркавальнік 3, масла ў пнеўмапрывад не падаецца. Шаравы сілкавальнік 5 пры гэтым працуе як зваротны клапан. Абазначэнне на схемах шаравага сілкавальніка і распыляльніка масла прыведзена на рыс. 8.24.

У працэсе выкіду паветра ў атмасферу ўзнікае даволі значны шум. Каб знізіць яго узровень, на выхлапных лініях устанаўліваюць глушыцелі. Глушыцель (рыс. 8.25) уяўляе сабой утулку з порыстай керамікі, металакерамікі, фтарапласту. Ён адначасова выконвае функцыі фільтра і затрымлівае кроплі масла, якое падаецца для змазкі штока.

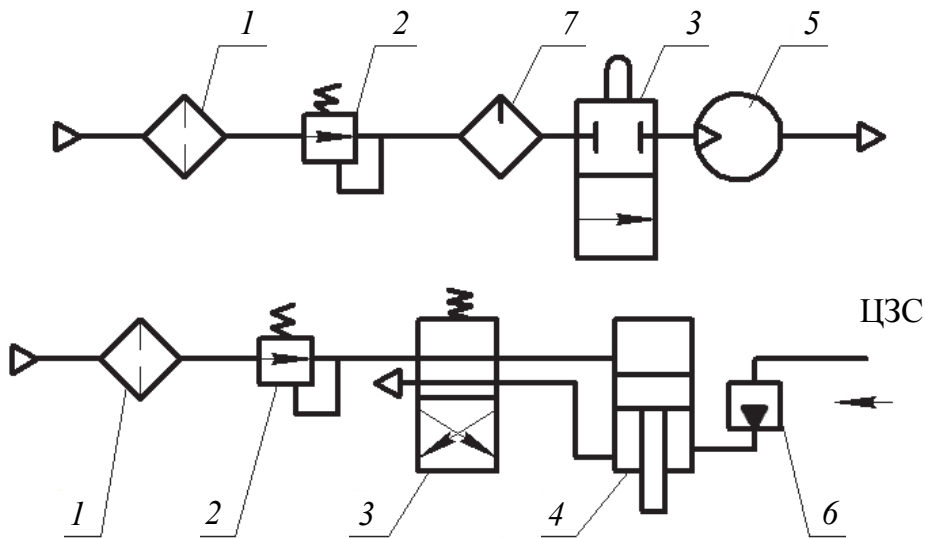


Рыс. 8.24. Шаравы сілкавальнік (а) і распыляльнік (б) масла



Рыс. 8.25. Глушыцель:
1 – перфараваны цыліндр; 2 – порыстая ўтулка

Пасля засваення асноўных асаблівасцей элементаў пнеўмапрываду можна прыступаць да кампаноўкі схем. На рыс. 8.26 паказаны дзве тыповыя схемы пнеўмапрываду: зваротна-паступальнага (а) і вярчальнага (б) руху.



Рыс. 8.26. Тыповыя схемы пнеўмапрываду:
 1 – фільтр-сепаратар; 2 – рэдукцыйны клапан;
 3 – пнеўмаразмеркавальнік; 4 – пнеўмацыліндр;
 5 – вярчальны рухавік; 6 – шаравы сілкавальнік;
 7 – фарсунка

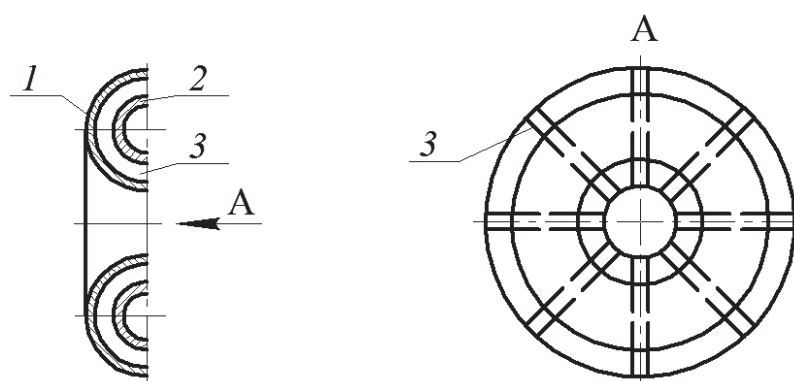
Са схем бачна, што абодва пнеўмапрывады магістральныя з выкідам адпрацаванага паветра ў атмасферу. Абавязковай з’яўляецца наяўнасць элементаў, якія забяспечваюць змазку залатнікоў і рухавікоў.

8.5. Гідрадынамічныя перадачы

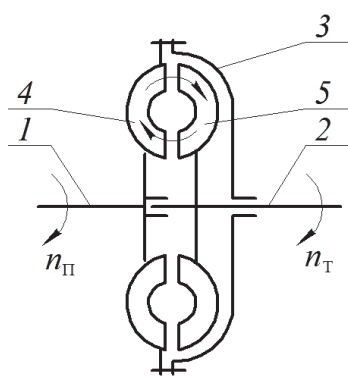
Пры класіфікацыі гідрапрываду было ўказана, што па прынцыпе дзеяння гідрапрывад падзяляецца на аб’ёмны і гідрадынамічны. Усё разгледжанае ў папярэдніх тэмах адносіцца да аб’ёмнага гідрапрываду. Гідрадынамічны выкарыстоўваецца для перадачы вярчальнага моманту ад вядучага вала да вядзёнага з дапамогай вадкасці. Прычым гэтыя валы не маюць паміж сабой жорсткай сувязі. Да гідрадынамічных перадач адносяцца гідрамуфты і гідратрансфарматары.

8.5.1. Гідрамуфты

Аснову гідрамуфты складаюць два лопасцевыя колы – помпавае і турбіннае. Адно з іх працуе ў рэжыме помпы, а другое – гідраўлічнай турбіны. Кожнае кола (рыс. 8.27) уяўляе сабой дзве тораваыя паверхні – унутраную 1 і вонкавую 2, паміж якімі замацаваны лопасці 3. Прычым лопасці выкананы прамымі і ўстаноўленымі ў кола могуць быць радыяльна ці пад вуглом 45° . Нахіленыя лопасці перадаюць у 2,5 разу большы вярчальны момант, чым радыяльныя.



Рыс. 8.27. Лопасцевыя кола гідрамуфты



Рыс. 8.28. Гідрамуфта

З двух аднолькавых па размерах і форме колаў і ўтвараецца гідрамуфта (рыс. 8.28).

Вядучы 1 і вядзёны 2 валы не маюць жорсткай сувязі. На першы з іх насаджана помпавае кола 4, на другі – турбіннае 5. Зазор паміж коламі складае 3–4 мм. Помпавае кола 4 і корпус 3 утвараюць замкнёную поласць, якая запаўняецца маслам. Для ліквідацыі ўцечкі валы маюць ушчыльненні. Вядучы вал, на які насаджана помпавае кола, прыводзіцца ў вярчэнне ад электрухавіка. Лопасці гэтага кола ствараюць цыркуляцыю вадкасці па замкнёным контуры. Вадкасць уздзейнічае на лопасці турбіннага кола і прымушае яго круціцца. Гэта вярчэнне перадаецца на вядзёны вал, на якім жорстка замацавана турбіннае кола.

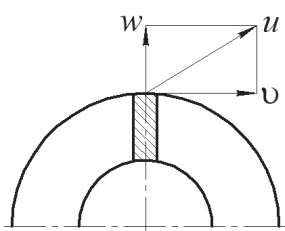
Каб высветліць велічыню перадаванага гідрамуфтай вярчальнага моманту, звернемся да вядомага з гідраўлікі асноўнага ўраўнення цэнтрабежнай помпы. Пры вывадзе асноўнага ўраўнення

цэнтрабежнай помпы зыходзім з таго, што вярчальны момант рухавіка затрачваецца на павелічэнне колькасці руху плыні вадкасці ў каналах рабочага кола. З улікам плана хуткасцей кола цэнтрабежнай помпы (рыс. 8.29) гэта можна запісаць у выглядзе

$$M_{\Pi} = Q_m (v_{2u} R_2 - v_{1u} R_1) = dL / dt, \quad (8.11)$$

дзе M_{Π} – вярчальны момант помпы; Q_m – масавы расход вадкасці, кг/с; v_{2u} і v_{1u} – праекцыі поўнай хуткасці v на напрамак пераноснай u , м/с; R_1 і R_2 – унутраны і вонкавы радыусы кола, м; dL/dt – змяненне колькасці руху, кг·м/с.

Паколькі ў гідрамуфтаў лопасці прамыя і ўстаноўлены пераважна радыяльна, то, як паказана на рыс. 8.30, для гэтага выпадку $v_{2u} = u_2$ і $v_{1u} = u_1$.

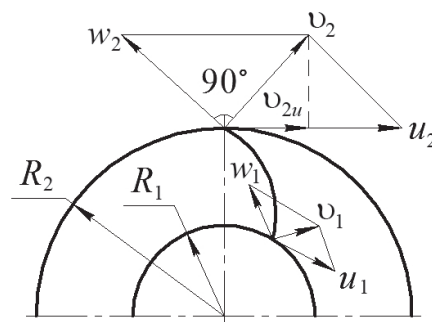


Рыс. 8.30. Напрамак хуткасці на коле гідрамуфты

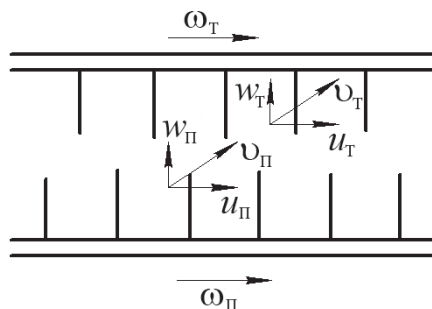
Масавы расход Q_m у замкнёнай поласці гідрамуфты аднолькавы для помпавага і турбіннага кола: $Q_{m_{\Pi}} = Q_{m_T}$. Пры аднолькавых геаметрычных параметрах адпаведна будуць роўныя па велічыні і напрамку хуткасці вадкасці (рыс. 8.31) на выхадзе з помпы і на ўваходзе ў турбіннае кола. Такім чынам, можна запісаць, што $v_{\Pi} = v_T$ і $u_{\Pi} = u_T$. Моманты трэння ў гідрамуфтах вельмі малыя, і таму можна іх прыняць роўнымі нулю.

Відавочна, усе гэтыя разважанні прыводзяць нас да высновы, што вярчальны момант пры пераходзе ад помпавага кола да турбіннага не змяняецца: $M_{\Pi} = M_T$. Гідрамуфты перадаюць магутнасць без змянення вярчальнага моманту.

Між тым, каб перадаць вярчальны момант ад аднаго вала да другога, трэба стварыць цыркуляцыю вадкасці. Для стварэння цыркуляцыі павінна выконвацца ўмова, што часціня вярчэння вядучага вала (помпы) павінна быць большаю за часціню вядзёнага (турбіны): $n_{\Pi} \geq n_T$. Пры аднолькавай часціні вярчэння цыркуляцыя



Рыс. 8.29. План хуткасцей кола цэнтрабежнай помпы



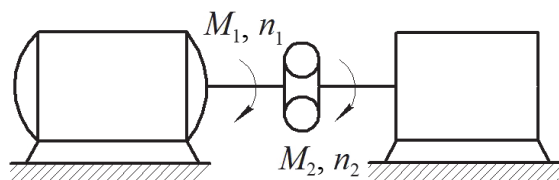
Рыс. 8.31. План хуткасцей гідрамуфты

Пры далейшым яго павелічэнні кола пачынае круціцца ў адваротны бок. ККДз пры гэтым роўны нулю. Такі рэжым можна назіраць пры апусканні грузу ў пад'ёмна-транспартных машынах пад уздзеяннем уласнай вагі. У выніку ён не будзе свабодна падаць, а прытармазіцца цыркулюемай ў гідрамуфце вадкасцю.

8.5.2. Выбар гідрамуфты

Гідрамуфта, як і любая другая, устанаўліваецца паміж прывадным электрарухавіком і спажыўцом энергіі (рыс. 8.33), у якасці спажыўца можа выступаць любая тэхналагічная машына. Для выбару гідрамуфты будуецца рабочую характарыстыку рухавіка і спажыўца (рыс. 8.34), на восі абсцыс якой адкладзена частціна вярчэння n , а па восі ардынат – вярчальны момант для асінхроннага рухавіка M_n і спажыўца M_2 . Для жорсткай муфты рабочым пунктам быў бы пункт A . Аднак з-за слізгання ў гідрамуфце ён перамяшчаецца ў пункт A' . Зніжэнне частаты вярчэння залежыць ад велічыні слізгання:

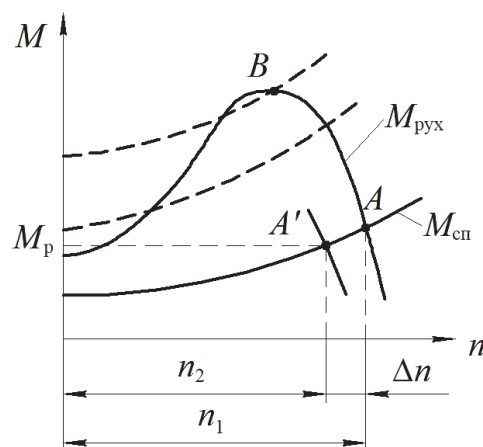
$$\Delta n = S n_1. \quad (5.16)$$



Рыс. 8.33. Схема ўстаноўкі гідрамуфты

Па знойдзеным значэнні рабочага вярчальнага моманту M_p (пункт A') выбіраецца тыпаразмер гідрамуфты.

Пры павелічэнні вярчальнага моманту ў спажыўца яго рабочая характарыстыка можа выйсці за пункт B на характарыстыцы рухавіка. У гэтым выпадку пры выкарыстанні жорсткай муфты адбывалася б паломка або спыніўся б электрарухавік. Гідраўлічная ж муфта будзе працаваць у рэжыме саматармажэння з нулявым ККДз.



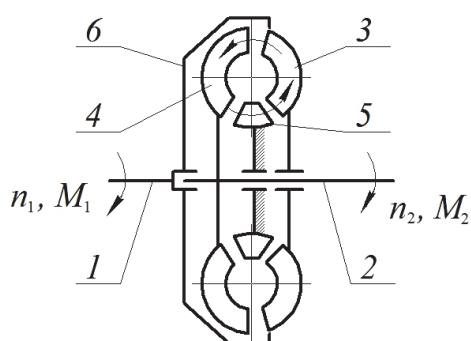
Рыс. 8.34. Рабочая характарыстыка рухавіка і спажыўцы

Такім чынам, відавочна, што гідрамуфты могуць выкарыстоўвацца пры вялікіх пульсаваннях нагрузкі, а таксама для разгону аб'ектаў з вялікай інерцыйнасцю. Такіх аб'ектаў у механічным абсталяванні прадпрыемстваў будматэрыялаў вельмі шмат. Да іх можна аднесці шаравыя млыны, вярчальныя печы, лістафармавальныя машыны, цэнтрыфугі і г. д. І хаця ў механічным абсталяванні гідрамуфты амаль не выкарыстоўваюцца, аднак перспектывы для іх вельмі шырокія.

8.5.3. Гідратрансфарматары

Прынцыповае адрозненне гідратрансфарматара ад гідрамуфты заключаецца ў тым, што ў ім можа павялічвацца перадаваны вярчальны момант. Гэта дасягаецца некаторымі канструкцыйнымі адрозненнямі:

- 1) лопасці выкананы загнутымі;
- 2) паміж помпавым і турбінным коламі ўстаноўлены дадатковыя нерухомыя лопасці – рэактар.



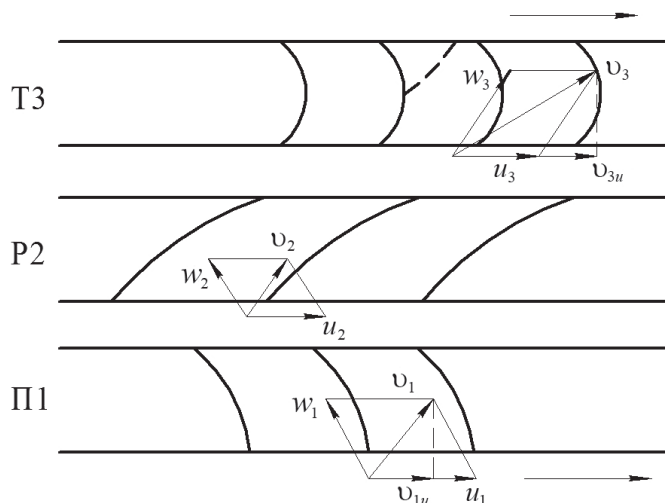
Рыс. 8.35. Гідратрансфарматар:

- 1, 2 – вядучы і вядзёны валы;
 3 – помпавае кола;
 4 – турбіннае кола;
 5 – рэактар; 6 – вярчальны корпус

На рыс. 8.35 паказана схема гідратрансфарматара, у якога абавязкова наяўнасць помпавага 3 і турбіннага 4 колаў. Аднак паміж імі ўстаноўлены нерухомыя накіравальны апарат 5, які называецца рэактарам. Рэактар выкананы ў выглядзе кола з лопасцямі, замацаванымі таксама паміж двума торавамі паверхнямі. Лопасці ўсіх трох колаў загнутыя. Размеркаванне хуткасцей паміж лопасцямі рабочых колаў гідратрансфарматара адрозніваецца ад размеркавання хуткасцей у гідрамуфце (рыс. 8.36).

Поўная хуткасць для рухомах колаў помпы і турбіны накіравана перпендыкулярна рэбрам лопасцей, а для нерухомага кола рэактара – уздоўж лопасцей. Паколькі масавы расход Q_m праз усе тры колы застаецца нязменным: $Q_m = \text{const}$, то поўная хуткасць вадкасці v у сіметрычных пунктах геаметрычна падобных колаў помпы і турбіны аднолькавая. Гэтымі пунктамі, напрыклад, з'яўляюцца выхад з помпавага кола і ўваход у турбіннае. Для іх

$v_1 = v_3$. Аднак за кошт дадатковай закруткі плыні ў рэактары праекцыі гэтых хуткасцей на напрамак пераноснай хуткасці u значна адрозніваюцца. З рыс. 8.36 бачна, што $v_{3u} > v_{1u}$. Як і для гідрамуфт, пры аднолькавых радыусах колаў, згодна з ураўненнем (8.11), гэтыя праекцыі з'яўляюцца вызначальнымі для велічыні вярчальнага моманту. Такім чынам, можна запісаць $M_T > M_{\Pi}$.



Рыс. 8.36. Размеркаванне хуткасцей вадкасці ў гідратрансфарматары:
П – помпа; Р – рэактар; Т – турбіна

Агульны вярчальны момант, які развівае турбіна,

$$M_T = M_{\Pi} + M_p, \quad (8.17)$$

дзе M_{Π} – момант на помпавым коле; M_p – момант, ствараемы рэактарам.

Адносіны моманту турбіны да моманту помпы называюцца каэфіцыентам трансфармацыі:

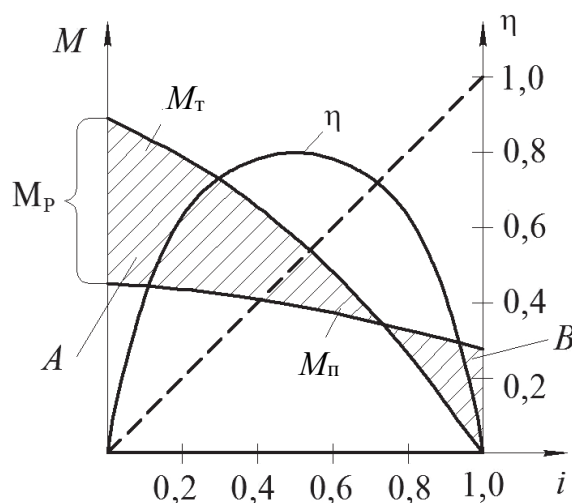
$$K_T = \frac{M_T}{M_{\Pi}}. \quad (8.18)$$

Яго велічыня змяняецца ад 2,0 да 6,5. Каэфіцыент карыснага дзеяння трансфарматара

$$\eta = \frac{N_T}{N_{\Pi}} = \frac{M_T n_T}{M_{\Pi} n_{\Pi}} = Ki, \quad (8.19)$$

дзе i – перадатчны лік.

Характарыстыка гідратрансфарматара (рыс. 8.37) адрозніваецца ад характарыстыкі гідрамуфты (рыс. 8.32).



Рыс. 8.37. Характарыстыка гідратрансфарматара:
A — рэжым гідратрансфарматара; B — рэжым гідрамуфты

Пры вялікім вярчальным моманце на вале турбіны M_T рэактар павялічвае закрутку i , значыць, павялічвае M_T . Пры малым M_T гідратрансфарматар працуе ў рэжыме гідрамуфты. У гэтай зоне (B) рэактар толькі стварае дадатковае гідраўлічнае супраціўленне.

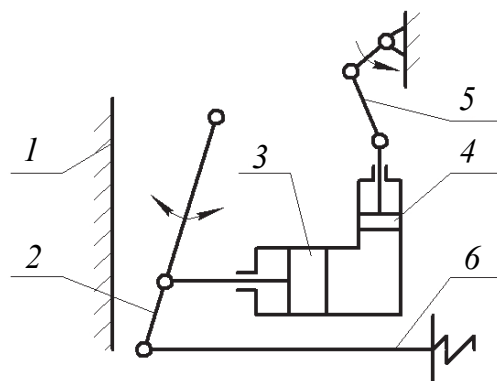
З-за сваёй дадатковай функцыі (павелічэнне вярчальнага моманту) гідратрансфарматары знаходзяць больш шырокае выкарыстанне, чым гідрамуфты.

8.6. Тыповыя схемы гідрапрываду механічнага абсталявання

8.6.1. Бяспомпавы гідрапрывад

Гэты прывад заснаваны на прынцыпе сазлучаных сасудаў. Выкарыстоўваецца ў невялікіх ручных прэсах і ў шчокавых драбілках. На рыс. 8.38 паказана схема шчокавай драбілкі з бяспомпавым гідрапрывадам.

Здрабненне матэрыялу ажыццяўляецца ў клінападобнай камеры паміж нерухомай 1 і рухомай 2 шчокамі. Шчака 2 прыводзіцца ў рух сілавым поршнем 3. Поласць паміж поршнямі запоўнена рабочай вадкасцю. Ціск, ствараемы помпавым поршнем 4, перадаецца на сілавы поршань 5.



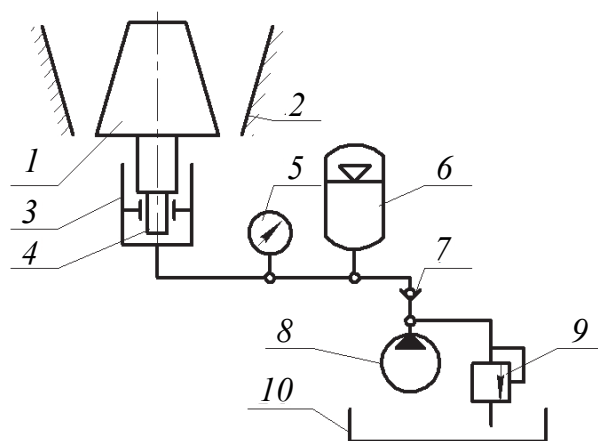
Рыс. 8.38. Бяспомпавы прывад шчокавай драбілкі:

- 1 – нерухомая шчака; 2 – рухомая шчака;
 3 – сілавы поршань; 4 – помпавы поршань;
 5 – крывашыпна-шатунны механізм;
 6 – цяга звароту шчакі

Павелічэнне намагання на сілавым поршні дасягаецца за кошт рознасці плошчаў поршняў. Такая канструкцыя прываду драбілкі дазваляе ўспрымаць значна большыя нагрузкі пры меншай металяёмасці.

8.6.2. Акумулятарны гідрапрывад

Акумулятарны гідрапрывад выкарыстоўваецца даволі шырока, асабліва ў якасці засцерагальных прылад у драбілках, прэсах. На рыс. 8.39 прыведзена схема акумулятарнага гідрапрываду конуснай драбілкі.



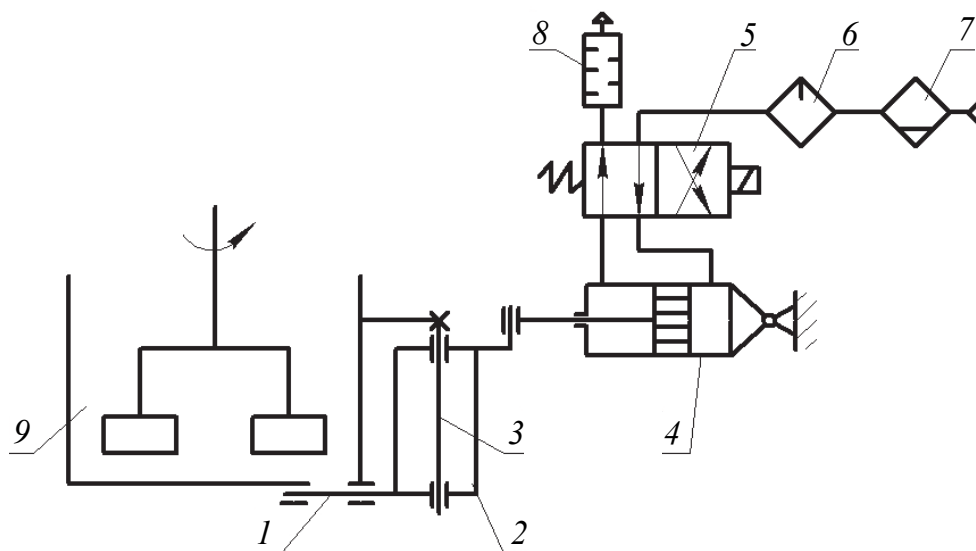
Рыс. 8.39. Акумулятарны гідрапрывад конуснай драбілкі:

- 1 – рухомы конус; 2 – нерухомы конус; 3 – эксцэнтрыкавая ўтулка; 4 – плунжар; 5 – манометр; 6 – акумулятар;
 7 – зваротны клапан; 8 – помпа; 9 – засцерагальны клапан; 10 – бак

Здрабненне матэрыялу ажыццяўляецца ў кальцавой клінападобнай камеры паміж рухомым 1 і нерухомым 2 конусамі. Пры нармальных умовах работы за кошт ціску вадкасці, які дзейнічае на плунжар 4, рухомы конус 1 знаходзіцца ва ўзвжаным стане на вадкаснай падушцы. У час перагрузак (пападанне недрабімага матэрыялу) конус 1 апускаецца, павялічваючы выхадны зазор. Пры гэтым вадкасць выціскаецца ў гідрааккумулятар. Пасля таго як недрабімы матэрыял выгрузіцца з драбілкі, рухомы конус за кошт ціску гідрааккумулятара вернецца ў зыходнае становішча. Такім чынам, асноўныя засцерагальныя функцыі выконвае акумулятар, а помпа 8 служыць толькі для стварэння пачатковага ціску і папаўнення ўцечак.

8.6.3. Магістральны гідрапрывад

Як было адзначана вышэй, магістральны гідрапрывад выкарыстоўваецца вельмі рэдка. Часцей прымяняецца магістральны пнеўмапрывад, асабліва ў тых выпадках, дзе не патрабуюцца вялікія намаганні. Такім прыкладам можа быць схема пнеўмапрываду адкрыцця шыбера бетоназмяшальніка (рыс. 8.40).



Рыс. 8.40. Схема пнеўмапрываду змяшальніка

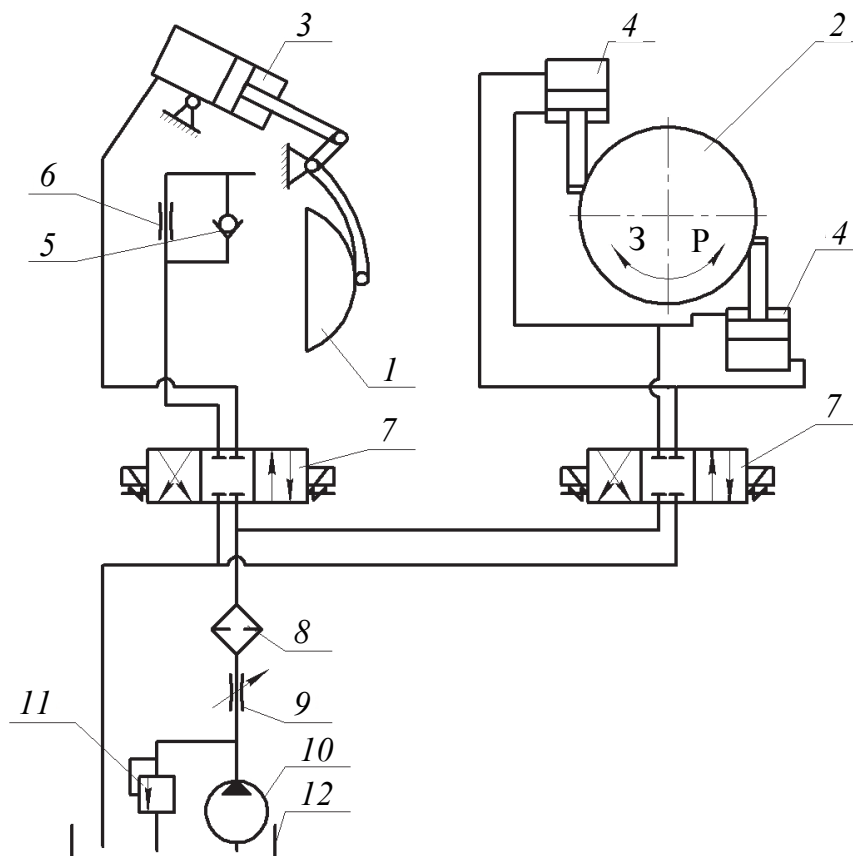
Шыбер 1 жорстка замацаваны да паваротнага стакана 2, які насаджаны на вось 3. Паваротны стакан прыводзіцца ў рух пнеўмацыліндрам 4. Яго рэверс забяспечваецца двухпазіцыйным пнеўма-размеркавальнікам 5. У схеме прысутнічаюць абавязковыя элементы

пнеўмапрываду – сепаратар 7 для ачысткі паветра і распыляльнік змазкі 6. На выхляпной лініі ўстаноўлены глушыцель 8, які зніжае шум пры выкідзе паветра ў атмасферу.

8.6.4. Помпы гідрапрывад

Помпы гідрапрывад у механічным абсталяванні выкарыстоўваецца значна часцей, чым іншыя. Ён сустракаецца ў прэсах, валковых драбёлках, аўтаклавах, рэзальных, лістафармавальных машынах, у аўтаматах-укладчыках розных тыпаў.

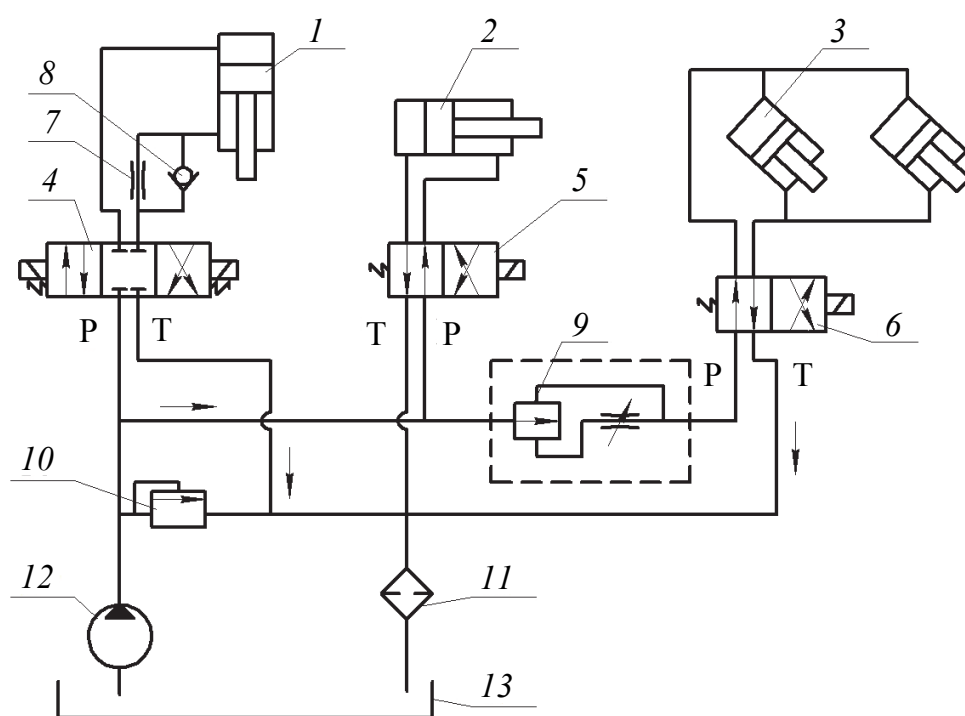
Адной з тыповых схем помпавага гідрапрываду з'яўляецца схема закрыцця накрыўкі аўтаклава. Аўтаклаў – гэта апарат высокага ціску. У задачу гідрапрываду ўваходзіць пад'ём накрыўкі і паварот баянэтнага кальца, якое замыкае накрыўку на корпусе. На рыс. 8.41 прыведзена схема гідрапрываду аўтаклава.



Рыс. 8.41. Схема гідрапрываду аўтаклава:

- 1 – накрыўка аўтаклава; 2 – баянэтнае кальцо; 3 – гідрацыліндр пад'ёму;
 4 – гідрацыліндры павароту; 5 – зваротны клапан; 6, 9 – дроселі;
 7 – гідраразмеркавальнік; 8 – фільтр; 10 – помпа;
 11 – засцерагальны клапан; 12 – бак

Перад намі тыповая схема гідрапрываду з дросельным рэгуляваннем. Выкарыстанне такога спосабу рэгулявання ў дадзеным выпадку абгрунтавана, таму што гідрапрывад уключаецца адзін-два разы ў суткі. Характэрнай асаблівасцю гэтай схемы з'яўляюцца паралельныя гідралініі, на якіх устаноўлены зваротны клапан 5 і дросель 6. Пры апусканні накрыўкі вадкасць зліваецца праз дросель 6. Гэтым прадухіляецца магчымасць разрыву плыні і рэзкае падзенне накрыўкі. Пры яе пад'ёме вадкасць ідзе праз зваротны клапан 5, таму што яго гідраўлічнае супраціўленне наможа меншае, чым дросельнае.



Рыс. 8.42. Схема гідрапрываду шматструннай рэзальнай машыны:
 1 – гідрацыліндр перамяшчэння рэзальнай рамкі; 2 – гідрацыліндр фіксацыі рамкі; 3 – гідрацыліндр нацяжэння струн; 4, 5, 6 – гідраразмеркавальнікі;
 7 – дросель; 8 – зваротны клапан; 9 – рэгулятар плыні;
 10 – засцерагальны клапан; 11 – фільтр; 12 – помпа; 13 – бак

Больш складаная схема гідрапрываду шматструннай рэзальнай машыны паказана на рыс. 8.42. У яе ўваходзяць тры групы сілавых гідрацыліндраў: гідрацыліндры перамяшчэння рэзальнай рамкі, гідрацыліндры фіксацыі рэзальнай рамкі ў прамежкавым становішчы на час рамонту і гідрацыліндры нацяжэння струн. Для механізму пад'ёму і апускання рэзальнай рамкі характэрна наяўнасць дзвюх паралельных ліній з устаноўкай на іх дроселя 7

і зваротнага клапана 8. Прызначэнне іх такое самае, як і ў папярэдняй схеме гідрапрываду аўтаклава, – прадухіліць рэзкае падзенне рэзальнай рамкі.

Акрамя таго, у гэтую схему ўключаны рэгулятар плыні 9, які выконвае функцыі стабілізатара ціску. Так, пры рэзкіх змяненнях нагрузкі на штокі гідрацыліндраў 1 і 2 рэгулятар плыні падтрымлівае пасля сябе пастаянны ціск. Такім чынам забяспечваецца стабільнае і раўнамернае нацяжэнне струн, нягледзячы на ваганні нагрузак на штокі гідрацыліндраў 1 і 2.

Дзве разгледжаныя схемы гідрапрываду механічнага абсталявання паказваюць, што яны камплектуюцца з тыповых гідраагрэгатаў. Набор і кампаноўка залежаць ад функцый, выконваемых машынай.

8.6.5. Назіральныя сістэмы ў механічным абсталяванні

Адным з найцікавейшых механізмаў, у якім выкарыстоўваецца назіральны гідрапрывад, з'яўляецца механізм цэнтроўкі сукна лістафармавальнай машыны для вытворчасці азбестацэментных лістоў. Сукно шырынёй каля 2 м нацягнута на некалькі валоў і рухаецца з лінейнай хуткасцю 1 м/с. Невялікі перакос аднаго з валоў можа прывесці да збегу сукна. Таму ў машыне прадугледжана прыстасаванне для прадухілення збегу сукна, у аснову якога пакладзены назіральны гідрапрывад. На рыс. 8.43 прыведзена схема цэнтральнага механізма.

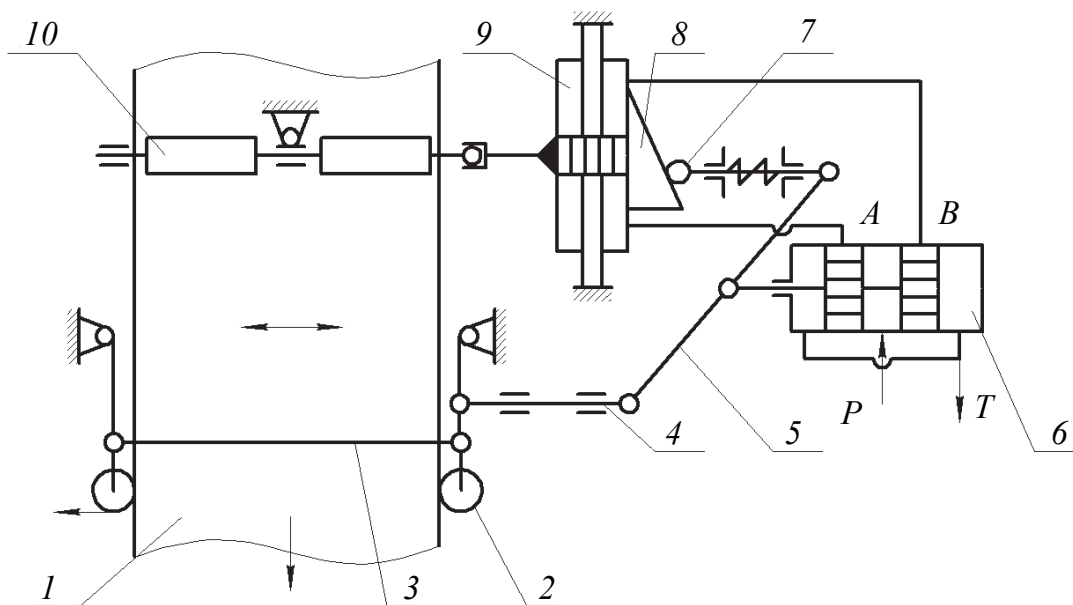


Рис. 8.43. Цэнтральны механізм

Пры адхіленні сукна 1, напрыклад улева, яно ўздзейнічае на кантрольныя ролікі 2 і праз цягі 3 і 4 паварочвае рычаг 5 улева. Пры гэтым шток залатніка 6 выцягваецца ўлева і яго напорная лінія *P* злучаецца з лініяй *A*. Вадкасць падаецца пад нерухомы поршань гідрацыліндра 9, і ён апускаецца ўніз. Пры перамяшчэнні гідрацыліндра 9 паварочваюцца ролікі 10 і вяртаюць сукно ў зыходнае становішча. Адначасова пры апусканні гідрацыліндра 9 ролік штурхача 7 перамяшчаецца па нахіленай бегавой дарожцы 8 і паварочвае рычаг 5 супраць гадзіннікавай стрэлкі. Рычаг вяртае залатнік 6 у зыходнае становішча.

Такім чынам, нават пры невялікіх адхіленнях сукна гідрасістэма адразу рэагуе на гэта і вяртае яго ў зыходнае становішча.

У дадзеным раздзеле разгледжаны толькі асобныя прынцыпы складання схем гідрапрываду і прыклады іх выкарыстання для рэальных машын. Мэта падрабязнага іх вывучэння для ўсіх машын не ставілася. Аўтары палічылі, што прыведзенай у дапаможніку інфармацыі дастаткова, каб закласці для студэнтаў падмурак і задаць ім імпульс для больш глыбокага вывучэння і выкарыстання гідрапрываду ў іх вытворчай дзейнасці.



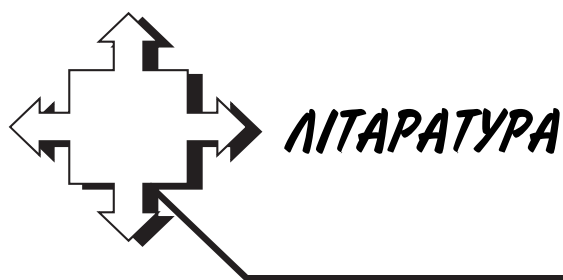
ЗАКЛЮЧЭННЕ

Па заканчэнні другой часткі вучэбнага дапаможніка «Машыны і абсталяванне прадпрыемстваў будаўнічых матэрыялаў» можна адзначыць, што ў дзвюх частках выдання рэалізаваны комплексны падыход да вывучэння тэхналагічнага забеспячэння галіны. Разгледжана кампанойка асноўных тэхналагічных ліній як агульным, так і спецыяльным абсталяваннем. У першай частцы яно класіфікавана па функцыянальнай прыкмеце, у другой – па галіновай.

Пры рабоце над кнігай аўтары не ставілі перад сабой задачу па дэталёвым разглядзе канструкцыі машын і аграгатаў, методык іх разліку. Наша выданне – гэта вучэбны дапаможнік для студэнтаў. Вывучэнне матэрыялу, змешчанага ў ім, дасць магчымасць будучым інжынерам-механікам атрымаць цвёрды падмурак, на якім яны будуць стаяць, адштурхоўвацца ад яго і ўпэўнена ісці наперад у напрамку мадэрнізацыі існуючага і стварэння новага абсталявання.

Менавіта па гэтай прычыне ў дапаможніку прыведзена шмат спрошчаных схем машын, не даецца поўнае апісанне іх будовы. Такі падыход засяроджвае ўвагу студэнтаў на тым, што абсалютна ідэальных машын не бывае і што можна ўключыць творчае мысленне і ўдасканаліць іх. У дачыненні да методык разліку ў дапаможніку таксама рэалізаваны своеасаблівы падыход. Па-першае, і самае галоўнае, паказана, як складаюцца разліковыя залежнасці для вызначэння асноўных параметраў машын. Таму будучы інжынер пры іх адсутнасці для новых аб'ектаў зможа сам правесці аналіз уплыву розных фактараў на гэтыя параметры, скласці разліковыя формулы і ажыццявіць папярэдні разлік. Другая важная асаблівасць методык разліку заключаецца ў тым, што аўтары пры іх складанні паказваюць неабходнасць і запатрабаванасць ведаў па агульнаадукацыйных і агульнаінжынерных дысцыплінах.

У цэлым лічым, што вучэбны дапаможнік будзе карысным для студэнтаў усіх спецыяльнасцей, звязаных з будаўнічым комплексам, а таксама для інжынераў гэтай галіны.



1. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций: учеб. для вузов / С. Г. Силе-нок [и др.]. – М.: Машиностроение, 1990. – 416 с.

2. Журавлев, М. И. Механическое оборудование предприятий вяжущих материалов и изделий на базе их: учеб. для вузов. / М. И. Журавлев, А. А. Фоломеев. – М.: Высш. школа, 1973. – 232 с.

3. Механическое оборудование производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий / В. С. Севостьянов [и др.]. – М.: ИНФА-М, 2014. – 432 с.

4. Банит, Ф. Г. Механическое оборудование цементных заводов / Ф. Г. Банит, О. А. Несвижский. – М.: Машиностроение, 1975. – 320 с.

5. Дуда, В. Цемент: пер. с нем. / В. Дуда. – М.: Стройиздат, 1981. – 464 с.

6. Табунщиков, Н. П. Производство извести / Н. П. Табунщиков. – М.: Химия, 1974. – 240 с.

7. Брюкнер, Х. Гипс. Изготовление и применение гипсовых строительных материалов: пер. с нем. / Х. Брюкнер, Е. Дейлер. – М.: Стройиздат, 1981. – 203 с.

8. Воробьев, Х. С. Гипсовые вяжущие и изделия / Х. С. Воробьев. – М.: Стройиздат, 1983. – 200 с.

9. Тимашёв, В. В. Технология асбестоцементных изделий / В. В. Тимашёв, Ю. С. Гризак. – М.: Стройиздат, 1979. – 333 с.

10. Воеводский, В. А. Машины и оборудование для производства асбестоцементных изделий / В. А. Воеводский. – М.: Машиностроение, 1973. – 184 с.

11. Сиволобов, И. В. Механическое оборудование для производства асбестоцементных изделий / И. В. Сиволобов. – М.: Машиностроение, 1983. – 191 с.

12. Борщевский, А. А. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий / А. А. Борщевский, А. С. Ильин. – М.: Высш. школа, 1987. – 368 с.

13. Волков, Л. А. Оборудование для производства арматуры железобетонных изделий / Л. А. Волков. – М.: Машиностроение, 1984. – 224 с.

14. Езерский, Н. В. Механическое оборудование заводов сборного железобетона / Н. В. Езерский. – Минск: Выш. школа, 1977. – 240 с.

15. Лапир, Ф. А. Оборудование и средства автоматизации для производства бетона и железобетонных изделий / Ф. А. Лапир, А. А. Сусников, Д. Л. Шагинов. – М.: Машиностроение, 1973. – 327 с.

16. Дроздов, Н. Е. Механическое оборудование заводов сборного железобетона / Н. Е. Дроздов, М. И. Журавлев. – М.: Стройиздат, 1975. – 302 с.

17. Константопуло, Г. С. Механическое оборудование заводов железобетонных материалов / Г. С. Константопуло. – М.: Высш. школа, 1988. – 432 с.

18. Королев, К. М. Механизация приготовления и укладки бетонной смеси / К. М. Королев. – М.: Стройиздат, 1986. – 136 с.

19. Савинов, О. А. Вибрационная техника уплотнения и формирования бетонных смесей / О. А. Савинов, Е. В. Лавринович. – Л.: Стройиздат, 1986. – 280 с.

20. Болотный, А. В. Заглаживание бетонных поверхностей / А. В. Болотный. – Л.: Стройиздат, 1979. – 127 с.

21. Хавкин, Л. М. Технология силикатного кирпича / Л. М. Хавкин. – М.: Стройиздат, 1982. – 384 с.

22. Вахнин, М. П. Производство силикатного кирпича / М. П. Вахнин, А. А. Анищенко. – М.: Высш. школа, 1989. – 200 с.

23. Производство ячеистых изделий / Н. П. Сажнев [и др.]. – Минск: Стринко, 2010. – 464 с.

24. Чистяков, Б. З. Производство газобетонных изделий по резательной технологии / Б. З. Чистяков. – Л.: Стройиздат, 1977. – 238 с.

25. Иванов, И. А. Резание газобетона до автоклавной обработки и машины для получения изделий различных размеров / И. А. Иванов, В. И. Каляжников, И. П. Костарев. – М.: ВНИИ-ЭСМ, 1972. – 21 с.

26. Макаров, В. М. Байонетные затворы аппаратов / В. М. Макаров, В. И. Невесенко, А. В. Плейкин. – М.: Машиностроение, 1980. – 224 с.

27. Вайтехович, П. Е. Машины и оборудование предприятий строительных материалов: атлас конструкций / П. Е. Вайтехович, В. Н. Павлечко, А. А. Гарабажиу. – Минск: БГТУ, 2005. – 78 с.

28. Юдин, Н. А. Технология стеклотары и сортовой посуды: учеб. для техникумов / Н. А. Юдин, Ю. А. Гуляян. – М.: Стройиздат, 1977. – 335 с.

29. Казенкова, Е. П. Общая технология стекла и стеклянных изделий: учеб. пособие для проф.-техн. училищ / Е. П. Казенкова. – М.: Стройиздат, 1983. – 112 с.

30. Механическое оборудование стекольных и ситалловых заводов / В. А. Зубанов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 368 с.

31. Электрические гарниссажные печи для стекловарения / К. А. Костанян [и др.]. – Ер.: Айастан, 1979. – 96 с.

32. Будов, В. М. Производство строительного стекла и стеклоизделий / В. М. Будов, П. Д. Саркисова. – М.: Высш. школа, 1978. – 224 с.

33. Солинов, Ф. Г. Производство листового стекла / Ф. Г. Солинов. – М.: Стройиздат, 1976. – 288 с.

34. Терещенко, И. М. Оборудование стекольных производств: учеб.-метод. пособие для студентов вузов / И. М. Терещенко. – Минск: БГТУ, 2011. – 112 с.

35. Гуляян, Ю. А. Производство стеклянной тары / Ю. А. Гуляян, В. Д. Казаков, В. Ф. Смирнов. – М.: Легкая индустрия, 1979. – 256 с.

36. Дроздов, Н. Е. Механическое оборудование керамических предприятий: учеб. для вузов / Н. Е. Дроздов. – М.: Машиностроение, 1975. – 248 с.

37. Булавин, И. А. Машины и автоматические линии для производства тонкой керамики / И. А. Булавин. – М.: Машиностроение, 1979. – 325 с.

38. Ильевич, А. П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров / А. П. Ильевич. – М.: Машиностроение, 1968. – 355 с.

39. Сапожников, М. Я. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий / М. Я. Сапожников. – М.: Машгиз, 1962. – 515 с.

40. Ицкович, С. М. Технология заполнителей бетона: учеб. для строит. вузов / С. М. Ицкович, Л. Д. Чумаков, Ю. М. Баженков. – М.: Высш. школа, 1991. – 272 с.

41. Вильнер, Я. М. Справочное пособие по гидравлике, гидродинамике и гидроприводу / Я. М. Вильнер. – Минск: Высш. школа, 1976. – 256 с.

42. Герц, Е. В. Пневматические устройства и системы в машиностроении / Е. В. Герц. – М.: Машиностроение, 1981. – 312 с.

43. Никитин, О. Ф. Гидравлика и гидропневмопривод / О. Ф. Никитин. – М.: МГТУ, 2010. – 414 с.

Вучэбнае выданне

*Вайцяховіч Пётр Яўгеньевіч
Францкевіч Віталій Станіслававіч
Грэбянчук Павел Сяргеевіч
Бароўскі Дзяніс Мікалаевіч*

**МАШЫНЫ І АБСТАЛЯВАННЕ
ПРАДПРЫЕМСТВАЎ
БУДАЎНІЧЫХ МАТЭРЫЯЛАЎ**

У 2-х частках

**Ч. 2. Спецыяльныя машыны
і абсталяванне**

*У 2-х кнігах
Кніга 2*

Вучэбны дапаможнік

Рэдактар *Р. М. Рабая*
Камп'ютарная вёрстка *Д. С. Жых*
Дызайн вокладкі *П. П. Падалец*
Карэктар *Р. М. Рабая*

Падпісана да друку 18.03.2021. Фармат 60×84^{1/16}.
Папера афсетная. Гарнітура Таймс. Друк рызаграфічны.
Ум. друк. арк. 10,6. Ул.-выд. арк. 9,5.
Тыраж 150 экз. Заказ .

Выдавец і паліграфічнае выкананне:
УА «Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт».
Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца,
вытворцы, распаўсюдніка друкаваных выданняў
№ 1/227 ад 20.03.2014.
Вул. Свядлова, 13а, 220006, г. Мінск.