

Криворізький національний університет
(повне найменування інститут, факультет)
Кафедра металургії чорних металів і ливарного виробництва
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до роботи бакалавра
бакалавр
(ступінь вищої освіти)

на тему: Розробка проекту чавуноливарного цеху потужністю 15000
тон виливків на рік з розвісом лиття до 50 кг

Виконав студент 4 курсу, групи МТ-21-1
напряму підготовки (спеціальності)
136 -Металургія

Виконав студент Стреживус Д.М.

Керівник_____

Рецензент_____

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Гірничо-металургійний факультет
Кафедра металургії чорних металів і ливарного виробництва

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до випускної атестаційної роботи бакалавра
зі спеціальності 136 – Металургія

на тему: Розробка проекту чавуноливарного цеху потужністю 15000 тон ви-
ливків на рік з розвісом лиття до 50 кг

Виконав: студент групи МТ-21-1

Керівник випускної роботи

Н.контроль

Завідувач кафедри

Стреживус Д.М.

Скідін І.Е.

Скідін І.Е.

Савельєв С.Г.

Кривий Ріг

2025р.

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: гірничо-металургійний

Кафедра: металургії чорних металів і ливарного виробництва

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Спеціальність: 136 Металургія

Затверджую
Зав. кафедрою
_____ Савельєв С.Г.
«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на випускну атестаційну роботу бакалавра

1. Тема роботи: Розробка проекту чавуноливарного цеху потужністю 15000 тон виливків на рік з розвісом лиття до 50 кг.

керівник роботи: к.т.н., доцент Східін І.Е.

затверджено наказом по КНУ від «___» _____ 2025 р. № 149с

2. Строк подання роботи студентом «___» _____ 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи:

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу:

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер етапу	Назва етапів виконання бакалаврської роботи	Термін виконання етапів
1		
2		
3		
4		
5		

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2025 р.

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Стреживус Д.М.

Керівник випускної
кваліфікаційної роботи

(підпис)

Скідін І.Е.

РЕФЕРАТ

Завданням дипломного проекту є розробка ливарного цеху з виготовлення виливків із сірого чавуну стосовно номенклатури виливків, потужністю 15000 тонн на рік, у форми з ХТС. Для розрахунку виробничої програми проектованого цеху були використані технічні дані цеху аналога: 20 виливків-представників, що виготовляються із сірого чавуну СЧ 20. Проектований цех відноситься до автоматизованого цеху великосерійного виробництва з послідовним режимом роботи. Від аналога відрізняється введенням автоматичної лінії, скороченням операцій, що виконуються ручною працею.

Під час проектування було розроблено основні відділення цеху, за технічними характеристиками підібрано обладнання та визначено його кількість. У технологічній частині проекту розроблено технологічний процес виготовлення виливків, приготування формувальної суміші та розплаву металу, виготовлення стрижнів, сортування та контроль. У спеціальній частині розроблено та спроектовано механізм проставлення стрижнів.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.Р			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	<i>Реферат</i>	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Стреживус Д. М.						
Перевірив		Скідін І. Е						
Рецензент		Саїтгареев Л.Н				Кафедра МЧМЛВ Група МТ-21-1		
Н.контроль		Скідін І. Е						
Затвердив		Савельєв С.Г.						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<i>Документація</i>		
			КНУ.РБ.136.25.149с-02.ПЗ	<i>Пояснювальна записка</i>		
				<i>Графічні матеріали</i>		
			КНУ.РБ.136.25.149с-02	<i>Презентація</i>		
			КНУ.РБ.136.25.149с-02	<i>Креслення</i>		
			КНУ.РБ.136.25.149с-02			
			КНУ.РБ.136.25.149с-02			
			КНУ.РБ.136.25.149с-02			
			КНУ.РБ.136.25.149с-02			
			КНУ.РБ.136.25.149с-02			
			КНУ.РБ.136.25.149с-02			
			КНУ.РБ.136.25.149с-02			
			КНУ.РБ.136.25.149с-02			
			КНУ.РБ.136.25.149с-02			
			КНУ.РБ.136.25.149с-02			
			КНУ.РБ.136.25.149с-02			
			КНУ.РБ.136.25.149с-02			
				КНУ.РБ.136.25.149с-02ВМ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість матеріалів бакалаврської роботи	
Розробив	Стреживус Л. М.					
Перевішив	Скідін І. Е.					
Н.контр.	Сайтгарєєв Л. Н.					
Затв.	Савельєв С.Г.				Кафедра МЧМЛВ гр. МТ-21-1	

ЗМІСТ

Вступ.....	
1. Загальна частина.....	
1.1. Виробнича програма цеху та її аналіз.....	
1.2. Режим роботи цеху та фонди часу.....	
1.3. Вибір та розрахунок обладнання.....	
1.3.1. Формувально-заливальне відділення.....	
1.3.2. Плавильне відділення.....	
1.3.3. Стрижневе відділення.....	
1.3.4. Сумішопідготовче відділення.....	
1.3.5. Очисне відділення.....	
1.4. Складське господарство.....	
1.4.1. Склад шихтових матеріалів.....	
1.4.2. Склад формувальних матеріалів.....	
1.4.3. Склад опок і модельної оснастки.....	
1.4.4. Склад готової продукції.....	
1.4.5. Кладові цехи.....	
1.5. Допоміжні ділянки	
1.5.1. Лабораторії	
1.5.2. Служби механіка та енергетика	
1.6. Транспортна система цеху. Грузопотоки	
1.7. Енергозабезпечення.....	
2. Технологічна частина.....	
2.1. Аналіз технічних умов на виливок.....	
2.2. Конструювання литої заготовки.....	
2.3. Розробка ливарно-модельних вказівок.....	

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Зміст	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Стреживус Д. М.						
Перевірив		Скідін І. Е						
Рецензент		Сайтгареев Л.Н				Кафедра МЧМЛВ Група МТ-21-1		
Н.контроль		Скідін І. Е						
Затвердив		Савельєв С.Г.						

2.4.	Розрахунок ливникової системи.....
2.5.	Проектування модельного комплекту.....
2.6.	Технологічний процес виготовлення виливки.....
3.	Спеціальна частина.....
3.1.	Опис роботи пристрою для проставлення стрижнів.....
3.2.	Розрахунок елементів механізму.....
3.3.	Схема автоматизації.....

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Ливарне виробництво – технологічний процес отримання литої заготовки шляхом заливання рідкого металу в ливарну форму, внутрішня порожнина якої відповідає зовнішньому контуру виливки.

Лиття є одним із найпоширеніших способів отримання заготовок для деталей машин. Методами лиття виготовляють у середньому близько 65% (за масою) заготовок деталей машин, а верстатобудуванні масова частка доходить до 95%. Широке поширення ливарного виробництва пояснюється великою його перевагою порівняно з іншими способами виробництва. Литтям можна отримати заготівлі практично будь-якої складності, з мінімальними припусками на обробку.

Розвиток ливарного виробництва протікає за двома напрямками:

- розширення асортименту природних матеріалів, що застосовуються, постійне вдосконалення природних і штучних матеріалів, пошук нових ливарних сплавів, що відповідають вимогам, що пред'являються до роботи виливків з цих сплавів;
- створення та вдосконалення нових автоматизованих ліній, комп'ютизування обладнання, яке б дозволило скоротити час виробництва виливки.

При цьому велика увага приділяється зниженню матеріаломісткості та трудомісткості виготовлення виливків, економії паливно-енергетичних ресурсів, застосуванню маловідходних та безвідходних технологій, які дозволять зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище та підвищити якість та ефективність виробництва.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.Вс			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Стреживус Д. М.			Вступ		Літера	Аркуш
Перевірив		Скідін І. Е						
Рецензент		Саїтгареев Л.Н					Кафедра МЧМЛВ Група МТ-21-1	
Н.контроль		Скідін І. Е						
Затвердив		Савельєв С.Г.						

1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Виробнича програма цеху та її аналіз

Складання виробничої програми цеху починається з визначення річного випуску кожної виливки - представника (у т) у цеху-аналозі за номенклатурою з 20 виливків-представників. Номенклатура виливків – представників та їх характеристика наведено у таблиці 1.1

Розрахунок програми проведено за вказаними нижче формулами [2], отримані дані зведені в таблицю 1.2.

$$m_{отл}^{ца} = (g_{отл} \cdot n_{отл}^{ца}) / 1000 \quad (1.1)$$

де $g_{отл}$ - номінальна вага виливка, кг;

$n_{отл}^{ца}$ - Річний випуск виливків, шт.

1. Частка випуску виливків-представників кожної вагової групи у загальному обсязі річного випуску цих виливків у цеху-аналозі:

$$K_{П(ВГ)} = \frac{m_{отл}^{ца}}{\sum m_{отл}^{ца}}, \quad (1.2)$$

де: $m_{отл}^{ца}$ - Річний сумарний випуск виливків-представників відповідної вагової групи в цеху-аналозі, т;

$\sum m_{отл}^{ца}$ – річний сумарний випуск виливків-представників у цеху-аналозі, т (загальний результат графі 11 таблиця 1.2).

2. Річний випуск виливків-представників у кожній групі в цеху, що проектується:

$$\sum M_{ВГ} = K_{П(ВГ)} \cdot P_{ПР}, \quad (1.3)$$

де: $P_{ПР}$ – річне виробництво виливків у цеху, що проектується згідно з завданням, т.е.

3. Умовно-наведене виробництво кожної виливки-представника в цеху, що проектується, т:

$$M_{отл}^{пр} = K_{П(ВГ)} \cdot \sum M_{ВГ}, \quad (1.4)$$

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч								
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата									
Розробив		Стреживус Д. М.			Загальна частина			Літера		Аркуш		Аркушів	
Перевірив		Скідін І. Е											
Рецензент		Сайтгареев Л.Н											
Н.контроль		Скідін І. Е											
Затвердив		Савельєв С.Г.											
					Кафедра МЧМЛВ Група МТ-21-1								

Таблиця 1.1 - Номенклатура виливків – представників та їх технологічна характеристика.

№ п/п	Номер деталей	Найменування деталі (виливки)	Марка сплаву		Клас точності виливки	Група технологічної складності	Серійність випуску	Товщина стінок, мм		Кількість стрижнів на один виливок, шт	Вага, кг		Кількість виливків-представників на річну програму в цеху аналогу, прим.	Річний випуск виливків в представників у цеху-аналозі, т.е.
			Індекс	ГОСТ				найменша	найбільша		Механічно обробленої деталі	Номінальна вага виливка		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	СІН10.03.08.	Колесо	СЧ20	ГОСТ1412-85	10	2 нс	мс	6	14	1	0,8	1	600	0,6
2	СІН20.03.08	Муфта			10	2 нс	інд	20	38	1	4	5,4	200	1,08
3	СІН32.04.04.03	Водило			10	3 сс	інд	10	30	1	3,2	4,8	288	1,3824
4	СІН32.04.200	Корпус			10	3 сс	інд	17	40	1	3,5	6,2	240	1,488
5	СІН61.00.100	Крейцкопф			10	3 сс	мс	10	30	1	2,8	4,2	540	2,268
6	СІН32.04.100	Фланець			10	3 сс	мс	7	25	1	3,5	4,7	960	4,512
7	СІН53.02.26.10	Шкіф			10	3 сс	інд	20	45	1	5,2	7,1	120	0,852
8	СІН32.04.100.01	Шатун			10	3 сс	мс	20	40	1	4,2	6,4	792	5,0688
9	СІН61.00.102	Шатун			10	3 сс	інд	25	50	1	7,5	9,2	360	3,312
10	СІН32.04.100	Ексцентрик			10	3 сс	мс	12	32	1	2,8	4,5	792	3,564

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.1

11	СІН32.01.20.0 1	Корпус			10	3 сс	інд	8	36	2	20	38	48	1,82 4
12	СІН53.02.26.0 1	Корпус			10	3 сс	інд	17	35	1	15	25	120	3
13	СІН31.00.01.1 00	Кришка			10	1 п	інд	12	20	1	18	25	48	1,2
14	СІН32.04.100. 02	Кришка			10	1 п	інд	10	17	1	10	15	240	3,6
15	СІН61.00.100. 004	Кришка			10	1 п	мс	8	90	2	22	38	288	10,9 44
16	СІН53.02.26.0 3	Підстава			10	2 нс	інд	12	30	2	25	34	120	4,08
17	СІН31.01.25.0 0	Підставк а			10	1 п	інд	8	40	1	12	17	24	0,40 8
18	СІН63.00.101	Фланець			10	3 сс	інд	20	70	1	25	28	96	2,68 8
19	СІН61.00.111	Фланець			10	3 сс	інд	16	52	1	20	23	144	3,31 2
20	СІН35.01.04	Корпус			10	3 сс	інд	15	30	1	22	30	120	3,6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч

Арк.

Таблиця 1.2 – виробнича програма цеху

Весовая группа													
Індекс групи	Інтервал розважування виливків для вагової групи, кг	Марка сплаву	Номер деталі	Номінальн а вага відливки q отл, кг	Клас точності виливків	Група технологіч ної складності	Найбільша товщина стінки виливки, мм	Серійність випуску	Кількість виливків-представник ів на річну програму в цеху-аналозі п отл ца, шт	Річний випуск виливків-представникі в у цеху-аналозі т отл ца, т	Частка випуску виливків-представників у річному випуску Кп, Кп (вг) в долях ед.	Річний випуск виливків у цеху, що проектується . Мотл пр, т	Умовно-наведений річний випуск виливків у цеху, що проектуєтьс я. Нотл пр, шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	от 0 до 10	С420	СИН10.03.08.	1	10	2 нс	14	мс	600	0,6	0,0248682	153,10497	153105
		С420	СИН20.03.08	5,4	10	2 нс	38	инд	200	1,08	0,04476276	275,58894	51035
		С420	СИН32.04.04.03	4,8	10	3 сс	30	инд	288	1,3824	0,05729633	352,75385	73490
		С420	СИН32.04.200	6,2	10	3 сс	40	инд	240	1,488	0,06167313	379,70032	61242
		С420	СИН61.00.100	4,2	10	3 сс	30	мс	540	2,268	0,09400179	578,73678	137794
		С420	СИН32.04.100	4,7	10	3 сс	25	мс	960	4,512	0,18700885	1151,3494	244968
		С420	СИН53.02.26.10	7,1	10	3 сс	45	инд	120	0,852	0,03531284	217,40906	30621
		С420	СИН32.04.100.01	6,4	10	3 сс	40	мс	792	5,0688	0,21008654	1293,4308	202099
		С420	СИН61.00.102	9,2	10	3 сс	50	инд	360	3,312	0,13727246	845,13943	91863
С420	СИН32.04.100	4,5	10	3 сс	32	мс	792	3,564	0,1477171	909,44351	202099		
										24,1272		6156,657	1248316
1	от 10 до 40	С420	СИН32.01.20.01	38	10	3 сс	36	инд	48	1,824	0,05263158	465,43903	12248
		С420	СИН53.02.26.01	25	10	3 сс	35	инд	120	3	0,0865651	765,52471	30621
		С420	СИН31.00.01.100	25	10	1 п	20	инд	48	1,2	0,03462604	306,20989	12248
		С420	СИН32.04.100.02	15	10	1 п	17	инд	240	3,6	0,10387812	918,62966	61242
		С420	СИН61.00.100.004	38	10	1 п	90	мс	288	10,944	0,31578947	2792,6342	73490
		С420	СИН53.02.26.03	34	10	2 нс	30	инд	120	4,08	0,11772853	1041,1136	30621
		С420	СИН31.01.25.00	17	10	1 п	40	инд	24	0,408	0,01177285	104,11136	6124
		С420	СИН63.00.101	28	10	3 сс	70	инд	96	2,688	0,07756233	685,91014	24497
		С420	СИН61.00.111	23	10	3 сс	52	инд	144	3,312	0,09556787	845,13928	36745
С420	СИН35.01.04	30	10	3 сс	30	инд	120	3,6	0,10387812	918,62966	30621		
										34,656		8843,3415	318457
									Сумма	58,7832	Итого	15000	1566773

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч

Арк.

4. Умовно-наведений поштучний випуск кожної виливки-представника в цеху, що проектується, шт:

$$N_{\text{отл}}^{\text{пр}} = \frac{M_{\text{отл}}^{\text{пр}}}{g_{\text{отл}}} \quad (1.5)$$

1.2. Режими роботи цеху та фонди часу

Режим роботи ливарного цеху визначається черговістю виконання операцій, технологічного процесу виготовлення виливка. Відповідно до завдання в цеху передбачено 2-х змінний паралельний режим роботи, який характеризується одночасним виконанням технологічних операцій на різних виробничих ділянках та робочих місцях.

Відповідно до прийнятого режиму роботи для кожного відділення встановлюємо дійсні фонди часу роботи робітників, обладнання та робочих місць (без обладнання).

Формувальне відділення = 3935 год.

Плавільне відділення = 3975 год.

Стрижневе відділення = 3935 год.

Очисне відділення = 3935 год.

1.3. Вибір та розрахунок обладнання

1.3.1.Формувально-заливальне відділення

Проектування ливарного цеху починаємо з формувально-заливального відділення – центральної ланки у технологічному ланцюзі виготовлення виливків.

При проектуванні цього відділення, як і інших, спочатку вибираю технологічні процеси, встановлюються їх характеристики, відповідно до яких підбирається основне обладнання.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виробнича програма формувального переділу.

На основі виробничої програми цеху складається подетальна відомість (табл. 1.3). У таблиці наголошується тип форми: сира чи суха. За габаритами виливків з урахуванням їхнього положення при формуванні, розмірів стрижневих знаків, прибутків, технологічних припливів тощо. визначаються основні габарити моделей. При виборі розміру опок враховуються відстані між моделями та іншими елементами форми [2 таб. 9].

Брак виливків БР (від) відносять до загального випуску виливків (у вагу. %) у кожній технологічній групі. Штучний брак БР (шт) для кожної виливки-представника визначається за співвідношенням:

$$\text{БР(шт)} = \frac{\text{річне виробництво-виливки-представника}}{\text{вага-виливки представника}} \cdot \frac{\text{БР(от)}}{100},$$

де: БР(від) приймаємо рівним 4%.

На кількість забракованих виливків збільшується їх загальна кількість (у вазі та поштучно) і, відповідно, а також з урахуванням безпосереднього браку форм БР (ф), що дорівнює 2-3 % від числа придатних форм, визначається їхнє річне виробництво N_f для кожної технологічної (вагової) групи.

Річне виробництво форм кожної технологічної (вагової) групи визначається за формулою (див. таб. 1.3):

$$N_f = (\text{гр. 6: гр. 9}) + \text{БР (ф)} \quad (1.6)$$

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – технологічна відомість литейних форм

Технологічна (вагова) група	Метод виготовлення форм	Тип форми	Номер деталі	Кількість відливок на річну програму, шт		Марка формува льної машини (агрегата)	Розмір опоки (довжина, ширина, верх, низ).	Кількість відливок у формі, шт	Кількість форм на річну програму, шт		Кількість полуформ (з браком)
				без урахування брака	з урахування м брака				Без брака	з браком	
1	Пескодувный	ХТС	СИН10.03.08.	153105	159229,2	L40	500*400*200	4	39807,3	41002	82004
			СИН20.03.08	51035	53076,4			4	13269,1	13667	27334
			СИН32.04.04.03	73490	76429,6			4	19107,4	19681	39362
			СИН32.04.200	61242	63691,68			4	15922,92	16401	32802
			СИН61.00.100	137794	143305,76			4	35826,44	36901	73802
			СИН32.04.100	244968	254766,72			4	63691,68	65602	131204
			СИН53.02.26.10	30621	31845,84			4	7961,46	8200	16400
			СИН32.04.100.01	202099	210182,96			4	52545,74	54122	108244
			СИН61.00.102	91863	95537,52			4	23884,38	24601	49202
			СИН32.04.100	202099	210182,96			4	52545,74	54122	108244
										334299	668598
2			СИН32.01.20.01	12248	12737,92	L250	1000*800*300	2	6368,96	6560	13120
			СИН53.02.26.01	30621	31845,84			2	15922,92	16401	32802
			СИН31.00.01.100	12248	12737,92			2	6368,96	6560	13120
			СИН32.04.100.02	61242	63691,68			4	15922,92	16401	32802
			СИН61.00.100.004	73490	76429,6			2	38214,8	39361	78722
			СИН53.02.26.03	30621	31845,84			2	15922,92	16401	32802
			СИН31.01.25.00	6124	6368,96			4	1592,24	1640	3280
			СИН63.00.101	24497	25476,88			2	12738,44	13121	26242
			СИН61.00.111	36745	38214,8			4	9553,7	9840	19680
			СИН35.01.04	30621	31845,84			2	15922,92	16401	32802
											142686
						Итого	476985	953970			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч

Арк.

Розрахунок кількості основного устаткування.

Як основне обладнання вибираю дві формувальні лінії на основі формувального піскострільних автоматів L250 і L40 (Додаток В).

Продуктивність всієї лінії визначається продуктивністю формувального автомата.

Визначаємо розрахункову кількість формувального обладнання виходячи з річної програми виробництва виливків та машинного циклу формувальних автоматів.

Формувальна лінія №1 на базі автомата L250

Характеристика формувального автомата L250:

Розміри опок у світлі, мм	1000×800
Машинний цикл, з	60
Потужність, кВт	20
Витрата повітря, м3/год	18
Габаритні розміри машини, мм	6000•5000•3000

Кількість форм на річну програму = 142 686 шт.

Справжній фонд часу для формувального відділення = 3935 год.

Кількість форм за годину = $142686/3935 = 36,3$ ф/год

Машинний цикл складає 60с або 60 ф/год.

Потім визначається коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{\phi} = N_{M(p)} / N_{M(\phi)}, \quad (1.7)$$

де: $N_{M(p)}$ -необхідна кількість форм за годину.;

$N_{M(\phi)}$ -машинний цикл форм за годину, шт.

$$\eta_{\phi} = 36,3/60 = 0,6$$

Автоматична лінія, оснащена технологічним обладнанням, яке забезпечує весь процес отримання виливків - від виготовлення форм

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до вилучення виливків з них, є замкнутим ланцюгом візків з платформами.

Визначаємо швидкість лінії (м/хв) [2]:

$$v_k = \frac{N_{\phi} \cdot a}{60 \cdot \Phi_d \cdot Z \cdot \eta_k}, \quad (1.8)$$

Де: N_{ϕ} - річна кількість форм, що надходить з формувальних машин конвеєрної лінії, прим.;

Φ_d - річний дійсний фонд часу формувального обладнання, год;

Z - кількість форм на платформі, шт.;

η_d - коефіцієнт заповнення візків формами, що дорівнює 0,8 - 0,9;

a - крок візка конвеєра – відстань між осями зчеплення візків, м.кв.

$$v_k = \frac{142686 \cdot 1,44}{60 \cdot 3935 \cdot 1 \cdot 0,8} = 1,2 \text{ м/мин}$$

Довжина конвеєра [2]:

$$L_K = L_{\phi} + L_{сб} + L_z + L_{охл} + L_v \quad (1.9)$$

L_{ϕ} - довжина ділянки формування, м;

$L_{сб}$ - довжина ділянки складання та завантаження форм, м;

L_z - довжина ділянки заливання форм, м;

$L_{охл}$ - довжина ділянки охолодження виливків, м;

L_v - довжина ділянки вибивання форм, м;

Визначаємо довжину ділянки формування [2]:

Приймаємо конструктивно, враховуючи розміри формувального автомата

$$L_{\phi} = 8 \text{ м.}$$

Визначаємо довжину ділянки складання [2]:

Приймаємо приблизно рівну довжину ділянки формування

$$L_{сб} = 8 \text{ м-коду.}$$

Визначаємо довжину ділянки заливання:

$$L_z = V_k \cdot n_k \cdot \tau_k, \quad (1.10)$$

де: n_k - кількість ковшів, одночасно задіяних на ділянці заливки конвеєра для заливання форм, шт;

τ_k - час розливання (хв), визначаємо за таблицею [2, табл.13]:

$$\tau_k = 5 \text{ хв.}$$

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для заливання форм вибираємо автоматизований заливний ківш ємністю 500 кг.

$$L_3 = 1,2 \cdot 2 \cdot 5 = 12\text{м}$$

Визначаємо довжину ділянки охолодження:

$$L_{\text{охл}} = v_k \cdot \tau_{\text{охл}}, \quad (1.11)$$

де: $\tau_{\text{охл}}$ – час охолодження виливків у формі до її вибивання, хв; $\square_{\text{охл}} = 2,1$ год [2 стор. 221].

$$L_{\text{охл}} = 1,2 \cdot 2,1 \cdot 60 = 150\text{м}$$

Для недопущення загазованості атмосфери цеху газами, що виділяються з форм з охолоджувальними виливками, ділянку охолодження виливків перекривають кожухом, оснащеним примусовим нагнітачем холодного повітря і витяжною вентиляцією.

Визначаємо довжину ділянки вибивання форм.

Довжина ділянки вибивання порівняно невелика й у залежність від схем вибивання становить 8 – 12 м.

Вибивний цикл складається з наступних операцій:

- зіштовхування форми на вибивну решітку або в агрегат видавлювання «кома» з виливком;
- Відділення виливки від формувальної суміші;
- Розпарювання опок;
- Транспортування порожніх опок до місця формування;
- Транспортування виливків до очисного відділення;

Перед попаданням «кома» з виливком на вибивні ґрати форма проходить через механізм видавлювання. Порожні опоки надходять на розпарювач і далі на ділянку формування. Виливки, проходячи ґратами, потрапляють на конвеєр і прямують на ділянку обрубки. Суміш йде у підвальне приміщення на регенерацію.

$$L_k = 8 + 8 + 12 + 150 + 8 = 186\text{м}$$

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок парку опок.

При використанні конвеєрних ліній кількість пар опок визначається за такою формулою:

$$N_{\text{оп}} = \frac{N_{\text{ф}} \cdot L_{\text{к}} \cdot K_{\text{оп(р)}} \cdot \eta_{\text{к}}}{60 \cdot \Phi_{\text{д}} \cdot v_{\text{к}}}, \quad (1.12)$$

де: $N_{\text{ф}}$ - річна кількість форм, шт;

$\Phi_{\text{д}}$ - дійсний річний фонд часу для формувального обладнання, год;

$v_{\text{к}}$ - прийнята швидкість конвеєра, м/хв;

$K_{\text{оп(р)}}$ – коефіцієнт, що враховує резерв опок, $K_{\text{оп(р)}} = 1,2 \div 1,3$;

$\eta_{\text{к}}$ - Коефіцієнт заповнення візків конвеєра формами, $\eta_{\text{к}} = 0,85 \div 0,90$;

$L_{\text{к}}$ – довжина конвеєра, м.кв.

$$N_{\text{оп}} = \frac{142686 \cdot 186 \cdot 1,3 \cdot 0,85}{60 \cdot 3935 \cdot 1,2} = 104 \text{ пари.}$$

Формувальна лінія №2 на базі автомата L40

Характеристика формувального автомата L40:

Розміри опок у світлі, мм 500×400

Машинний цикл, з 28

Потужність, кВт 12,6

Витрата повітря, м3/год 15

Габаритні розміри машини, мм 4000•3390•2420

Кількість форм на річну програму = 334 299 шт.

Справжній фонд часу для формувального відділення = 3935 год.

Кількість форм за годину = $334299/3935 = 85$ ф/год

Машинний цикл складає 28с або 128 ф/год.

Потім визначається коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{\text{ф}} = N_{\text{М(р)}} / N_{\text{М(ф)}}, \quad (1.13)$$

де: $N_{\text{М(р)}}$ -необхідна кількість форм за годину.;

$N_{\text{М(ф)}}$ -машинний цикл форм за годину, шт.

$$\eta_{\text{ф}} = 85/128 = 0,67$$

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автоматична лінія, оснащена технологічним обладнанням, яке забезпечує весь процес отримання виливків - від виготовлення форм до вилучення виливків з них, є замкнутим ланцюгом візків з платформами.

Визначаємо швидкість лінії (м/хв) [2]:

$$v_k = \frac{N_{\phi} \cdot a}{60 \cdot \Phi_d \cdot Z \cdot \eta_k}, \quad (1.14)$$

Де: N_{ϕ} - річна кількість форм, що надходить з формувальних машин конвеєрної лінії, прим.;

Φ_d - річний дійсний фонд часу формувального обладнання, год;

Z - кількість форм на платформі, шт.;

η_d - коефіцієнт заповнення візків формами, що дорівнює 0,8 - 0,9;

a - крок візка конвеєра – відстань між осями зчеплення візків, м.кв.

$$v_k = \frac{334299 \cdot 0,72}{60 \cdot 3935 \cdot 1 \cdot 0,8} = 1,44 \text{ м/мин}$$

Довжина конвеєра [2]:

$$L_K = L_{\phi} + L_{сб} + L_3 + L_{охл} + L_B \quad (1.15)$$

L_{ϕ} - довжина ділянки формування, м;

$L_{сб}$ - довжина ділянки складання та завантаження форм, м;

L_3 - довжина ділянки заливання форм, м;

$L_{охл}$ - довжина ділянки охолодження виливків, м;

L_B - довжина ділянки вибивання форм, м;

Визначаємо довжину ділянки формування [2]:

Приймаємо конструктивно, враховуючи розміри формувального автомата

$$L_{\phi} = 5 \text{ м.}$$

Визначаємо довжину ділянки складання [2]:

Приймаємо приблизно рівну довжину ділянки формування

$$L_{сб} = 5 \text{ м.}$$

Визначаємо довжину ділянки заливання:

$$L_3 = V_k \cdot n_k \cdot \tau_k, \quad (1.16)$$

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: n_k - кількість ковшів, одночасно задіяних на ділянці заливки конвеєра для заливання форм, шт;

τ_k - час розливання (хв), визначаємо за таблицею [2, табл.13]:

$\tau_k = 4$ хв.

Для заливання форм вибираємо автоматизований заливальний ківш ємністю 200 кг.

$$L_3 = 1,44 \cdot 2 \cdot 4 = 11,5 \text{ м}$$

Визначаємо довжину ділянки охолодження:

$$L_{\text{охл}} = v_k \cdot \tau_{\text{охл}}, \quad (1.17)$$

де: $\tau_{\text{охл}}$ - час охолодження виливків у формі до її вибивання, хв; $\tau_{\text{охл}} = 0,5$ год [2 стор. 221].

$$L_{\text{охл}} = 1,44 \cdot 0,5 \cdot 60 = 43,5 \text{ м}$$

Для недопущення загазованості атмосфери цеху газами, що виділяються з форм з охолоджувальними виливками, ділянку охолодження виливків перекривають кожухом, оснащеним примусовим нагнітачем холодного повітря і витяжною вентиляцією.

Визначаємо довжину ділянки вибивання форм.

Довжина ділянки вибивання порівняно невелика й у залежність від схем вибивання становить 8 – 12 м.

Вибивний цикл складається з наступних операцій:

- зіштовхування форми на вибивну решітку або в агрегат видавлювання «кома» з виливком;
- Відділення виливки від формувальної суміші;
- Розпарювання опок;
- Транспортування порожніх опок до місця формування;
- Транспортування виливків до очисного відділення;

Перед попаданням «кома» з виливком на вибивні грати форма проходить через механізм видавлювання. Порожні опоки надходять на

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розпарювач і далі на ділянку формування. Виливки, проходячи ґратами, потрапляють на конвеєр і прямують на ділянку обрубки. Суміш йде у підвальне приміщення на регенерацію.

$$L_k = 5 + 5 + 11,5 + 43,5 + 8 = 73\text{м}$$

Розрахунок парку опок.

При використанні конвеєрних ліній кількість пар опок визначається за такою формулою:

$$N_{\text{оп}} = \frac{N_{\text{ф}} \cdot L_k \cdot K_{\text{оп(р)}} \cdot \eta_k}{60 \cdot \Phi_d \cdot v_k}, \quad (1.18)$$

де: $N_{\text{ф}}$ - річна кількість форм, шт;

Φ_d - дійсний річний фонд часу для формувального обладнання, год;

v_k - прийнята швидкість конвеєра, м/хв;

$K_{\text{оп(р)}}$ - коефіцієнт, що враховує резерв опок, $K_{\text{оп(р)}} = 1,2 \div 1,3$;

η_k - Коефіцієнт заповнення візків конвеєра формами, $\eta_k = 0,85 \div 0,90$;

L_k - довжина конвеєра, м.кв.

$$N_{\text{оп}} = \frac{334299 \cdot 73 \cdot 1,3 \cdot 0,85}{60 \cdot 3935 \cdot 1,2} = 95 \text{ пар.}$$

1.3.2. Плавильне відділення

Визначення потреби в рідкому металі та кількість плавильних агрегатів.

Основою для проектування плавильного відділення є потреба у рідкому металі до виконання виробничої програми цеху. Це визначається за ваговими групами виливків, за марками сплавів та цеху в цілому відповідно до вагових характеристик виливків (таб. 1.4). Загальна витрата рідкого металу перевищує чисту витрату на виливок, т.к. метал витрачається також на литники, прибутку, випору, сливи та сплески.

Відношення ваги готової виливки до загальної витрати металу на неї характеризує технологічний вихід придатного (ТВГ), який визначається для кожної виливки у вагових групах.

Витрата рідкого металу на кожну виливку визначається відношенням:

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$g_{\text{ж.мл}}^{\text{от}} = \frac{100 \cdot g_{\text{отл}}}{(\text{ТВГ})}, \quad (1.19)$$

де: $g_{\text{от}}$ – номінальна вага виливка, кг;

ТВГ - технологічний вихід придатного для виливки, ТВГ = 70% [6 табл.4.70].

Кількість рідкого металу, потрібне на річне виробництво кожної з виливків, т:

$$G_{\text{ЖМ}(i)} = \frac{n_{\text{от}(i)} \cdot g_{\text{ЖМ}(i)}^{\text{от}}}{1000} \quad (1.20)$$

Середня металомісткість визначається за такою формулою:

$$g_{\text{мф}} = \frac{n_{\text{ф}(1)} \cdot g_{\text{мф}(1)} + n_{\text{ф}(2)} \cdot g_{\text{мф}(2)} + \dots + n_{\text{ф}(i)} \cdot g_{\text{мф}(i)}}{N_{\text{ф}}}, \quad (1.21)$$

де: $n_{\text{ф}(1)}, n_{\text{ф}(2)}, \dots, n_{\text{ф}(i)}$ - річне виробництво форм для виливків, шт;

$g_{\text{мф}(1)}, g_{\text{мф}(2)}, \dots, g_{\text{мф}(i)}$ – металоємність форми для кожної виливки, кг;

$N_{\text{ф}}$ - річне кількість форм, що виготовляються, шт.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – технологічна відомість витрат рідкого металу

Технологическая (весовая) группа	Марка сплаву	Номер деталі	Номиналь на вага виливка, кг	Технологічний вихід придатного, %	Витрата рідкого металу на один виливок, кг	Кількість виливок на річну програму (з урахуванням браку), шт	Річна витрата рідкого металу на виливки-представники	Металлоємкість форм			
								Кількість виливок у формах, шт	Витрата рідкого металу на одну форму, кг	Кількість форм на річну програму, шт	Витрата рідкого металу на річну програму, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	СЧ20	СИН10.03.08.	1	76	1,315789	159229	209511,842	4	5,2631579	41002	215800
	СЧ20	СИН20.03.08	5,4	72	7,5	53076	398070	4	30	13667	410010
	СЧ20	СИН32.04.04.03	4,8	72	6,666667	76430	509533,333	4	26,666667	19681	524826,6667
	СЧ20	СИН32.04.200	6,2	72	8,611111	63692	548458,889	4	34,444444	16401	564923,3333
	СЧ20	СИН61.00.100	4,2	72	5,833333	143306	835951,667	4	23,333333	36901	861023,3333
	СЧ20	СИН32.04.100	4,7	72	6,527778	254766	1663055,83	4	26,111111	65602	1712941,111
	СЧ20	СИН53.02.26.10	7,1	72	9,861111	31846	314036,944	4	39,444444	8200	323444,4444
	СЧ20	СИН32.04.100.01	6,4	72	8,888889	210183	1868293,33	4	35,555556	54122	1924337,778
	СЧ20	СИН61.00.102	9,2	72	12,77778	95538	1220763,33	4	51,111111	24601	1257384,444
	СЧ20	СИН32.04.100	4,5	72	6,25	210183	1313643,75	4	25	54122	1353050
										334299	9147741,111
1	СЧ20	СИН32.01.20.01	38	72	52,77778	12738	672283,333	2	105,55556	6560	692444,4444
	СЧ20	СИН53.02.26.01	25	72	34,72222	31846	1105763,89	2	69,444444	16401	1138958,333
	СЧ20	СИН31.00.01.100	25	72	34,72222	12738	442291,667	2	69,444444	6560	455555,5556
	СЧ20	СИН32.04.100.02	15	76	19,73684	63692	1257078,95	4	78,947368	16401	1294815,789
	СЧ20	СИН61.00.100.004	38	72	52,77778	76430	4033805,56	2	105,55556	39361	4154772,222
	СЧ20	СИН53.02.26.03	34	72	47,22222	31846	1503838,89	2	94,444444	16401	1548983,333
	СЧ20	СИН31.01.25.00	17	72	23,61111	6369	150379,167	4	94,444444	1640	154888,8889
	СЧ20	СИН63.00.101	28	72	38,88889	25477	990772,222	2	77,777778	13121	1020522,222
	СЧ20	СИН61.00.111	23	72	31,94444	38215	1220756,94	4	127,77778	9840	1257333,333
	СЧ20	СИН35.01.04	30	72	41,66667	31846	1326916,67	2	83,333333	16401	1366750
										142686	13085024,12
									Итого	476985	22232765,23

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч

Арк.

З отриманих результатів складається баланс металу (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 - Баланс металу.

№ п/п	Статті балансу металу	СЧ 20	
		т	%
1	Придатні виливки	15000	67,5
2	Літники, прибутки, випори	5898,8	26,5
3	Брак виливків	889,3	4
4	Поворотні втрати (сплески)	444,7	2
5	Разом рідкого металу	22232,8	100
6	Безповоротні втрати (чад)	667,0	3
7	Усього шихти	22899,8	
8	Вихід придатного від металозавалки		65,5

Індукційна піч промислової частоти (ІЧТ – індукційна піч для чавуну) має в порівнянні з іншими печами ряд переваг:

- можна отримати чавун практично з будь-якої шихти;
- менше забруднює довкілля;
- дозволяє проводити доведення рідкого чавуну, як за температурою, так і за хімічним складом під час плавки;
- досить високий ККД.

Визначаємо годинну потребу цеху в рідкому металі [3]:

$$Q = \frac{B_r \cdot K_n}{\Phi_d}, (1.22)$$

де: Q – годинна продуктивність плавильного відділення, т/год;

B_r - потрібна річна кількість сплаву для цеху або ділянки, т/рік;

K_n - коефіцієнт нерівномірності споживання металу, $K_n = 1,05$ [3 стор 88];

Φ_d - дійсний річний фонд часу роботи печі, $\Phi_d = 3975$ год [2 табл.7].

$$Q = \frac{23245,6 \cdot 1,05}{3975} = 5,8 \text{ т/год}$$

На підставі розрахунку вибираємо індукційну тигельну піч ІЧТ-2,5/1,7:

- ємність тигля – 2,5 т;
- продуктивність – 1,4 т/год;
- тривалість плавки – 1,8 год;

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо кількість печей на річну програму:

$$n = \frac{Q_{\text{ж}} \cdot K_{\text{н}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot q}, (1.23)$$

де: $Q_{\text{ж}}$ - потрібна кількість рідкого металу, т/г;

q – продуктивність печі, т/год;

$$n = \frac{23245,6 \cdot 1,05}{3975 \cdot 1,4} = 4,8 \text{ печі}$$

Приймаємо 6 печей.

Коефіцієнт завантаження плавильних агрегатів [2]:

$$\eta = \frac{n_{\text{р}}}{n_{\text{п}}}, (1.24)$$

де: $n_{\text{р}}$ – кількість плавильних агрегатів із розрахунку, прим;

$n_{\text{п}}$ – кількість прийнятих плавильних агрегатів, прим.

$$\eta = \frac{4,8}{6} = 0,8$$

Розрахунок потреби у шихтових матеріалах.

У балансі металу встановлено необхідну загальну кількість шихти. Складається зведена відомість потреби у шихтових матеріалах (таблиця 1.6).

Таблиця 1.6 - Відомість шихтових матеріалів

Шихтові матеріали	СЧ 20	
	т/рік	%
Лом сталевий	8797,0	38,5
Чавун чушковий марки: ПЛ1 ГОСТ 805-80	5725,0	25
Повернення власного виробництва	7232,8	31,5
Феросиліцій марки: ФС75 ГОСТ 1415-78	687,0	3
Ферромарганець марки: ФМн75 ГОСТ 4755-91	458,0	2
Металозавалка	22899,8	100

1.3.3 Стрижневе відділення

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стрижневе відділення призначене для виготовлення стрижнів. З цього відділення на складання надходять стрижні. Особливістю стрижневого відділення є, сутнісно, локальний (незалежно від формувального циклу) цикл виробництва кінцевого продукту – стрижнів. Водночас робота цього відділення та вибір тих. процесів виготовлення стрижнів залежить від характеру виробництва ливарного цеху та прийнятої технології виготовлення виливків із чавуну.

Вибір технологічних процесів та обладнання для виготовлення стрижнів.

Особливістю виготовлення стрижнів з ХТС є зміцнення їх короткочасним продуванням CO₂. Стрижні мають високу міцність, легко видаляються з виливків при вибиванні їх з форм. Їх часто застосовують у великосерійному виробництві чавунних виливків масою до 500 кг. Для отримання стрижнів використовуються переважно металеві ящики. Стрижні виготовляються на піскодувній машині з ХТС за CO₂-RESOL процесом. Зміцнюються стрижні продуванням CO₂ протягом 30 секунд.

У стрижневому відділенні виконуються такі операції:

- виготовлення стрижнів;
- контроль стрижнів (прийняття першої придатної початку кожної зміни).

Набір технологічних операцій залежить від обраного техпроцесу та розмірів стрижнів. Стрижневе відділення являє собою два стрижневі автомати L5.

Проектування стрижневого відділення:

1. Складається відомість номенклатури стрижнів (таблиця 1.7)
2. Розраховується кількість основного технологічного устаткування.

Середній обсяг стрижня:

$$\bar{V}_{\text{ст}} = \frac{n_1 \cdot V_{\text{ст}(1)} + n_2 \cdot V_{\text{ст}(2)} + \dots + n_i \cdot V_{\text{ст}(i)}}{n_1 + n_2 + \dots + n_i} \quad (1.25)$$

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: n_1, n_2, n_i - річна кількість стрижнів, що виготовляються згідно з виробничою програмою стрижневого відділення, шт.

$V_{ст(1)}, V_{ст(2)}, V_{ст(i)}$ – об'єм стрижнів відповідних номерів, м³.

$$V_{ст} = \frac{G_{ст}}{\gamma_{ст}} \quad (1.26)$$

де: $G_{ст}$ – вага стрижня, кг;

$\gamma_{ст}$ – щільність стрижня, що здається, $\gamma_{ст} = 1,55$ т/м³ [2, стор 113].

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.7 – технологічна відомість стрижневого відділення

Метод виготовлення стрижнів та стрижнева суміш	Весовая группа		Індекс стержня	Количество		Об'єм		Вага		Марка стержневої машини(агрегата)	Габарити стрижневого ящика (довжина * ширина * висота), мм	Кількість стрижнів у стрижневому ящику, шт	Кількість знімачів на річну програму, шт.
	Індекс вагової групи	Інтервал розважування		без браку	з урахуванням браку	одного стержня, дм	на річну програму, м	одного стержня, кг	на річну програму, т				
RESOL-CO	1	0-2,5	СИН10.03	159229	175152	0,051613	9,040103	0,08	14,01216	L5	180/355*350*400	2	87576
			СИН20.03	53076	58384	0,258065	15,06684	0,4	23,3536			2	29192
			СИН32.04	76430	84073	0,245161	20,61145	0,38	31,94774			2	42036,5
			СИН32.04	63692	70062	0,322581	22,60065	0,5	35,031			2	35031
			СИН61.00	143306	157636	0,219355	34,57822	0,34	53,59624			2	78818
			СИН32.04	254766	280242	0,245161	68,70449	0,38	106,492			2	140121
			СИН53.02	31846	35030	0,387097	13,56	0,6	21,018			2	17515
			СИН32.04	210183	231202	0,322581	74,58129	0,5	115,601			2	115601
			СИН61.00	95538	105092	0,477419	50,17295	0,74	77,76808			2	52546
			СИН32.04	210183	231202	0,219355	50,71528	0,34	78,60868			2	115601
			СИН32.01	25476	28024	1,367742	38,3296	2,12	59,41088			1	28024
			СИН53.02	31846	35030	1,290323	45,2	2	70,06			1	35030
			СИН31.00	12738	14012	1,212903	16,9952	1,88	26,34256			1	14012
			СИН32.04	63692	70062	0,774194	54,24155	1,2	84,0744			1	70062
			СИН61.00	152860	168146	1,341935	225,6411	2,08	349,7437			1	168146
			СИН53.02	63692	70062	1,032258	72,32206	1,6	112,0992			1	70062
			СИН31.01	6369	7006	0,877419	6,1472	1,36	9,52816			1	7006
			СИН63.00	25477	28024	1,445161	40,4992	2,24	62,77376			1	28024
			СИН61.00	38215	42036	1,187097	49,9008	1,84	77,34624			1	42036
			СИН35.01	31846	35030	1,548387	54,24	2,4	84,072			1	35030
Итого				1750460	1925507		963,148		1492,879				1211469,5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч

Арк.

Для наступних розрахунків вибираємо піскодувну однопозиційну стрижневу машину з продувкою CO₂ модель L5.

Найбільший об'єм стрижня – 5 дм³;

Максимальний розмір стрижневого ящика 180/355•350•400 мм;

Габаритні розміри 1800 1870 2030 мм.

Продуктивність 360 зніманий/годину;

Потрібна кількість стрижневих машин визначається за такою формулою:

$$N_{\text{ст.м(р)}} = \frac{N_{\text{ст}} \cdot K_{\text{н}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot g_{\text{ст}} \cdot K_{\text{пр}}}, \quad (1.27)$$

де: $N_{\text{ст}}$ – кількість зніманий на річну програму, прим;

$\Phi_{\text{д}}$ - дійсний річний фонд часу для стрижневого обладнання, $\Phi_{\text{д}} = 3935$ год;

$K_{\text{н}}$ - коефіцієнт нерівномірності стрижневої машини $K_{\text{н}} = 1,2$ [2, табл. 10];

$K_{\text{пр}}$ - коефіцієнт продуктивності, $K_{\text{пр}} = 0,8$ [2 табл. 33];

$g_{\text{ст}}$ - паспортна продуктивність стрижневої машини, знімання / год.

$$N_{\text{ст.м(р)}} = \frac{1211470 \cdot 1,2}{3935 \cdot 360 \cdot 0,8} = 1,54 \text{ шт.}$$

Приймається кількість стрижневих машин 2 штуки.

Визначаємо коефіцієнт завантаження обладнання для виготовлення стрижнів:

$$K_3 = \frac{N_{\text{ст.м(р)}}}{N_{\text{ст.м(рп)}} = \frac{1,54}{2} = 0,77$$

1.3.4. Сумішопідготовче відділення

Сумішопідготовче відділення створюється для приготування формувальних та стрижневих сумішей.

У цьому проекті форми та стрижні виготовляються з єдиної ХТС.

Підготовка оборотних сумішей.

Особливістю ливарних цехів, у яких застосовуються ХТС, є постійне повторне використання значних кількостей обігової суміші. Утворюється

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«круговий цикл» сумішей, який починається при суміші, потім суміш, проходить через вибивання форм, цикл замикається в місцях складування (в бункерах над змішувачами). Оскільки формувальні та стрижневі суміші мають однаковий склад, вони регенеруються разом і потім розподіляються по автоматах.

У загальному обсязі формувальних сумішей відпрацьовані суміші становлять найбільшу частку. Від їхньої якості значною мірою залежать властивості сумішей. Це потребує значної підготовки відпрацьованих сумішей до повторного використання. Головна мета підготовки відпрацьованих (оборотних) ХТС – видалення із зерен піску плівки сполучного. Така підготовка необхідна підтримки постійних властивостей готових сумішей, у яких основним компонентом є відпрацьована суміш, й у спрощення процесу суміші приготування.

Усі операції підготовки відпрацьованих ХТС здійснюються в машинах та механізмах безперервної дії, пов'язаних між собою транспортними засобами (стрічковими транспортерами та елеваторами); у залізovidділювачів та сит передбачаються пристрої для збирання металовідходів та відсіву.

В даному дипломному проекті регенерація відбувається за рахунок випалювання плівки сполучного, в установці сушіння піску в пневмопотоці.

Програма сумішопідготовчого відділення складається з урахуванням номенклатури обраних складів сумішей (табл. 1.8).

Таблиця 1.8. Склад та властивості формувальних та стрижневих сумішей

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найменування суміші	Складові суміші, вага. %			Основні властивості сумішей			
	Регенований кварцовий пісок	Кварцовий пісок (AFS 62)	Сполучна (Поліфенолятна смола ФСМ-Б)	Вологість, %	Газопроникність од.	Межа міцності, МПа	
						при стисканні	при розтягуванні
Формувальна суміш	70	30	2,5-3	2,5-3	200	1,83	2,0
Стрижнева суміш	70	30	2,5-3	2,5-3	200	1,83	2,0

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9 - Потрібна кількість формувальних сумішей

Номер виливка представника	Кількість форм на річну програму (з урахування м брака), шт	Витрата металу на одну форму, т	Обсяг форми у світлі, м	Об'єм ущільненої формульної суміші у формі, м	Річна витрата ущільненої	
					Об'ємний, м	ваговий, т
СИН10.03.08.	41002	0,005	0,08	0,079358974	3253,876667	5043,50883
СИН20.03.08	13667	0,03		0,076153846	1040,794615	1613,23165
СИН32.04.04.03	19681	0,026		0,076666667	1508,876667	2338,75883
СИН32.04.200	16401	0,034		0,075641026	1240,588462	1922,91212
СИН61.00.100	36901	0,024		0,076923077	2838,538462	4399,73462
СИН32.04.100	65602	0,026		0,076666667	5029,486667	7795,70433
СИН53.02.26.10	8200	0,04		0,074871795	613,9487179	951,620513
СИН32.04.100.01	54122	0,036		0,075384615	4079,966154	6323,94754
СИН61.00.102	24601	0,051		0,073461538	1807,227308	2801,20233
СИН32.04.100	54122	0,025		0,076794872	4156,292051	6442,25268
	334299				25569,59577	39632,8734
СИН32.01.20.01	6560	0,106	0,48	0,466410256	3059,651282	4742,45949
СИН53.02.26.01	16401	0,07		0,471025641	7725,291538	11974,2019
СИН31.00.01.100	6560	0,07		0,471025641	3089,928205	4789,38872
СИН32.04.100.02	16401	0,079		0,469871795	7706,367308	11944,8693
СИН61.00.100.004	39361	0,105		0,466538462	18363,42038	28463,3016
СИН53.02.26.03	16401	0,094		0,467948718	7674,826923	11895,9817
СИН31.01.25.00	1640	0,094		0,467948718	767,4358974	1189,52564
СИН63.00.101	13121	0,078		0,47	6166,87	9558,6485
СИН61.00.111	9840	0,128		0,463589744	4561,723077	7070,67077
СИН35.01.04	16401	0,083		0,469358974	7697,956538	11931,8326
	142686				66813,47115	103560,88
Итого					92383,06692	143193,754

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.10 – потрібна кількість стрижневих сумішей

Індекси стрижнів виливків представників	Кількість стержней на річну програму, шт.	Об'єм стержня, дм	Вага стержня, кг	Річна потреба у ущільнених стрижневих сумішах	
				об'ємна, м	вагова, т
10.03.08.	175152	0,051612903	0,08	9,040103226	14,01216
20.03.2008	58384	0,258064516	0,4	15,06683871	23,3536
32.04.04.03	84073	0,24516129	0,38	20,61144516	31,94774
32.04.200	70062	0,322580645	0,5	22,60064516	35,031
61.00.100	157636	0,219354839	0,34	34,57821935	53,59624
32.04.100	280242	0,24516129	0,38	68,70449032	106,49196
53.02.26.10	35030	0,387096774	0,6	13,56	21,018
32.04.100.01	231202	0,322580645	0,5	74,58129032	115,601
61.00.102	105092	0,477419355	0,74	50,17295484	77,76808
32.04.100	231202	0,219354839	0,34	50,71527742	78,60868
32.01.20.01	28024	1,367741935	2,12	38,3296	59,41088
53.02.26.01	35030	1,290322581	2	45,2	70,06
31.00.01.100	14012	1,212903226	1,88	16,9952	26,34256
32.04.100.02	70062	0,774193548	1,2	54,24154839	84,0744
61.00.100.004	168146	1,341935484	2,08	225,6410839	349,74368
53.02.26.03	70062	1,032258065	1,6	72,32206452	112,0992
31.01.25.00	7006	0,877419355	1,36	6,1472	9,52816
63.00.101	28024	1,44516129	2,24	40,4992	62,77376
61.00.111	42036	1,187096774	1,84	49,9008	77,34624
35.01.04	35030	1,548387097	2,4	54,24	84,072
Итого				963,1479613	1492,87934

Розрахунок кількості регенованої суміші.

Кількість оборотної суміші після вибивання виливків на вибивній решітці: [2, стор.118]

$$Q_{об.см} = (1 - k_1) \cdot Q_{ф.см} + (1 - k_1) \cdot k_2 \cdot Q_{ст.см} = (1 - 0,04) \cdot 141700,9 + (1 - 0,04) \cdot 1 \cdot 1492,9 = 138900 \quad (1.28)$$

де, $Q_{ф.см}$ - річна кількість формувальної суміші для виробництва форм, т

$Q_{ст.см}$ - річна кількість стрижневих сумішей для виробництва стрижнів, т

k_1 - коефіцієнт, що враховує втрати готових сумішей при транспортуванні, 0,04

k_2 - коефіцієнт, що враховує частку стрижневих сумішей при їх вибиванні, для ХТС = 1

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Можлива кількість оборотних сумішей для використання у формувальному циклі:

$$Q_{об.см}^p = Q_{об.см} [1 - (k_3 + k_4 + k_5)] = 138900 \cdot [1 - (0,04 + 0,03 + 0,04)] = 123621 \text{ т} \quad (1.29)$$

де, k_3 , k_4 , k_5 – коефіцієнти, що враховують безповоротні втрати сумішей у вентиляційній системі, при транспортуванні оборотних сумішей та при їх просіванні відповідно; $k_3 = 0,02-0,04$; $k_4 = 0,02-0,03$; $k_5 = 0,03-0,04$.

Середній вихід регенерованого піску дорівнює 0,75-0,80 від загального обсягу оборотних сумішей, що надходять на регенерацію = 98 897 т.

1.3.5. Очисне відділення.

Відділення литниково-живильних систем від виливків.

Крихкість чавуну дозволяє відокремлювати литники та випори таких виливків у дробометному барабані.

Лиття після вибивання та охолодження надходить у очисне відділення по пластинчастому конвеєру. Спочатку лиття потрапляє в дробометний барабан безперервної дії моделі 42322М.

Характеристики дробометного барабана моделі 42322М

Найбільша маса виливки, що очищається - 35 кг

Продуктивність по чавуну – 7,0 т/год.

Габаритні розміри, мм – 7600•4500•7100

З барабана виливки надходять на сортувальний стіл. Далі деталі укладають у тару та відправляють на склад готової продукції.

Допоміжне технологічне обладнання відіграє істотну роль в організаційно-технологічній побудові обрубного процесу. До цього обладнання слід віднести пристрої, що забезпечують ритмічну та продуктивну роботу основного технологічного обладнання: завантажувально-розвантажувальні механізми, транспортні пристрої робочих місць, тару, що дозволяє здійснювати проміжне міжопераційне зберігання виливків та їхнє транспортування від однієї технологічної операції до іншої.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Все обладнання має розміщуватися згідно з прийнятою послідовністю технологічних операцій. Це забезпечує найкращу організацію праці та дотримання правил техніки безпеки та охорони праці.

Розрахунок основного технологічного устаткування.

Потрібна кількість очисних агрегатів:

$$N_{\text{оч.р}} = \frac{G_{\text{отл}} \cdot K_{\text{н}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot g_{\text{оч}}}, \quad (1.30)$$

де: $\Phi_{\text{д}}$ - дійсний річний фонд часу для очисного обладнання, $\Phi_{\text{д}} = 3935$ год;

$K_{\text{н}}$ - коефіцієнт нерівномірності, $K_{\text{н}} = 1,2$;

$K_{\text{пр}}$ - коефіцієнт продуктивності, $K_{\text{пр}} = 0,6$;

$g_{\text{оч}}$ - паспортна продуктивність цього виду очисного обладнання, т/год;

$G_{\text{отл}}$ - кількість виливків на рік, що проходить обробку в даному виді обладнання, т.е.

$$N_{\text{оч}} = \frac{22232,8 \cdot 1,2}{3935 \cdot 0,6} = 1,6 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість очисного обладнання 2 шт.

Визначаємо коефіцієнт завантаження очисного обладнання:

$$K_3 = \frac{N_{\text{оч}}}{N_{\text{оч.пр}}} = \frac{1,6}{2} = 0,8$$

Компонування обладнання та площі обрубного відділення.

Очисне відділення зазвичай розташовують безпосередньо в ливарних цехах самостійних прольотих. Їх бажано розміщувати поблизу формувально-заливального відділення. У зв'язку з виділенням великої кількості пилу та шуму обрубне відділення слід відокремлювати від сусідніх відділень глухими стінами.

Площі обрубного відділення визначаються залежно від компонування технологічного обладнання за дотримання норм його розстановки, планування робочих місць та встановлення транспортних засобів.

1.4. Складське господарство

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характерною особливістю ливарного цеху є споживання великої кількості різних матеріалів. Це вимагає організації розвиненого механізованого складського господарства, де поряд із зберіганням матеріалів проводиться їхня підготовка до використання.

У ливарних цехах повинні бути склади шихтових та формувальних матеріалів, опок, модельного оснащення, готової продукції та ін.

Вихідною базою для проектування складів є витрати шихтових матеріалів, визначені відповідно до виробничої програми. При розрахунку площ складів, компонуванні сховищ обладнання враховуються терміни зберігання матеріалів, режим роботи, фонди часу, організаційно-технологічні особливості цеху, що проектується.

1.4.1. Склад шихтових матеріалів

Згідно з попередньо виконаними розрахунками складається відомість кількості збережених на складі шихтових матеріалів, флюсів та вогнетривів (табл. 1.11).

Площа засіків (майданчиків) для зберігання окремих матеріалів:

$$f = \frac{G_m \cdot n}{\Phi_n \cdot \gamma_m \cdot H}, \quad (1.31)$$

де: G_m – річна потреба у матеріалі, т;

n - норма зберігання матеріалу, дні [2, табл. 45];

Φ_n - номінальний фонд часу, дні;

γ_m – насипна вага матеріалу, т/м³;

H - допустима висота зберігання матеріалу, м [2, табл. 45].

Матеріали повинні зберігатися строго за марками та сортами. Шматкові та сипучі матеріали – у бочках, ящиках, контейнерах, мішках, навалом у засіках або на майданчиках; вогнетриви - на майданчиках укладання.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.11 - Кількість шихтових матеріалів і вогнетривів, що зберігаються на складі.

Найменування матеріалу	Насипна вага, т/м ³	Потрібна річна кількість	Термін зберігання, доба	Висота зберігання, м	Розрахункова площа, м ²
Чавун чушковий	3	5985,7	3	3	24
Лом сталевий	2	9577,2	8	3	24
Повернення ливарного цеху	2	7182,8	4,5	3	24
Ферромарганець	2,7	478,9	89	3	24
Феросиліцій	2,7	718,3	60	3	24
РАЗОМ:					120
Вогнетриви	1,8	6704	2	2	16
Флюси	1,8	4310	2	2	10
РАЗОМ:					146

1.4.2. Склад формувальних матеріалів

Згідно з попередньо виконаними розрахунками складається відомість формувальних матеріалів, що зберігаються (табл. 1.12).

Таблиця 1.12 - Відомість матеріалів, що зберігаються на складі формувальних матеріалів.

Найменування матеріалу	Насипна вага, т/м ³	Потрібна річна кількість, т	Термін зберігання, доби	Висота зберігання, м	Розрахункова площа, м ²
Пісок	1,7	42958	1	2	40
Сполучна речовина	1,5	4296	2	2	13

Склад має ділянки прийому та зберігання матеріалів.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4.3. Склад опок та модельного оснащення

Як правило, основні склади опок і модельного оснащення розміщують поза ливарним цехом, а в цеху складування опок і модельної оснастки проводиться в безпосередній близькості від робочих місць, на вільному місці.

1.4.4. Склад готової продукції

Склад готової продукції є кінцевою ділянкою цеху та входить, як правило, до складу очисного відділення.

Площа складу розраховується за такою формулою:

$$F_{\text{отл}} = \frac{G_{\text{отл}} \cdot t \cdot K_{\text{п}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot g \cdot \eta}, (1.32)$$

де: $G_{\text{отл}}$ - річна кількість виливків, що випускається цехом, т;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, що враховує проходи, $K_{\text{п}} = 1,3$;

η – коефіцієнт, що враховує використання корисної площі, 0,6;

$\Phi_{\text{д}}$ -дійсний річний фонд часу, год;

t – допустимий час зберігання виливків складі (18....24 год);

g – питома навантаження підлогу складу, $g = 0,75 \text{ т/м}^2$.

$$F_{\text{отл}} = \frac{15000 \cdot 18 \cdot 1,3}{3935 \cdot 0,75 \cdot 0,6} = 200 \text{ м}^2$$

Склади опок, модельної оснастки готової продукції обладнуються підйомними та транспортними засобами, стелажми, уніфікованою тарою тощо.

1.4.5. Кладові цехи

У цеху передбачається комора запасних частин.

Кладові запасних частин ділянок механіка та енергетика займають площу 10-20% від площі відповідної ділянки. Площа інструментальної комори становить 5-8% від сумарної площі ділянок механіка та ремонту оснастки.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кладові ЛВЖ та ГЖ для цеху потужністю 15000 т/рік мають площу 50м².
[2, стор 142]

1.5. Допоміжні ділянки

1.5.1. лабораторії

У ливарному цеху передбачається лабораторія формувальних матеріалів, розташовану поблизу сумішопідготовчого відділення, та лабораторію хімічного аналізу металів, що розміщується поблизу плавильного відділення.

Таблиця 1.13 - Площі цехових лабораторій, м².

Потужність цеху, тис.т/рік	Лабораторія формувальних матеріалів, м ²	Лабораторія хімічного аналізу металів, м ²
До 30	48	48

1.5.2. Служби механіка та енергетика

Служби механіка та енергетика виконують профілактику та ремонт обладнання.

Площа ділянки механіка визначається виходячи з номенклатури робіт, що проводяться на ділянці, кількості та норм розміщення механообробного та допоміжного обладнання.

Площа ділянки механіка приймається з розрахунку норм установки обладнання: для дрібних верстатів 5 – 9 м², середніх 10 – 16 м², великих 18 – 60 м²; площа слюсарного ділянки визначається з розрахунку 8 - 10 м² кожного слюсара; площа для огляду технологічного обладнання демонтованого для ремонту становить 20% від площі ділянки механіка. У результаті ділянка механіка повинна займати орієнтовно площу в цехах потужністю до 15000 т/рік - 85-100 м². [2, стор 151]

Площа ділянки енергетика для цеху потужністю до 15 000 т/рік дорівнює 65-90 м².

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6. Транспортна система цеху. Вантажопотоки

Для ливарних цехів характерно багаторазове переміщення великої кількості насипних та штучних вантажів, тому при їх проектуванні транспортній системі необхідно приділити велику увагу, поставивши за мету механізувати і, де можливо, автоматизувати транспортні операції.

У ливарних цехах використовується підлоговий та надпільний транспорт. Раціональне застосування цих видів транспорту дозволяє оптимально організувати вантажопотоки. Слід прагнути до створення вантажопотоків з найменшою кількістю перетинів, причому у вузлах перетинів транспортування вантажу має вестися різних рівнях.

Компонування обладнання, проектування транспортних міжопераційних зв'язків та зв'язків між відділеннями потрібно вести з урахуванням вимог до вантажопотоків та відповідного вибору раціональних транспортних засобів.

На шихтовий склад металева шихта привозиться залізничним транспортом або автотранспортом і вивантажується за допомогою мостового крана. Шихта після дозування транспортується рейковими коліями на місце підігріву шихти. Після підігріву мостовим краном шихту розподіляють по печах. Готовий метал розливається по ківшах, що рухаються монорейкою. Свіжий формувальний пісок пневмотранспортом подається до бункера над змішувачами, які знаходяться на формувальних та стрижневих автоматах. Сполучне надходить трубопроводом безпосередньо в змішувачі автоматів.

Після вибивання виливків, відпрацьована суміш транспортером надходить у бункер, за допомогою ковшевого елеватора. З бункера оборотна суміш по живильникам потрапляє в установку регенерації піску (випалювання сполучного в пневмопотоці). Регенований пісок пневмотранспортом доставляється до бункера над змішувачами автоматів.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відпрацьований пісок, що не підлягає регенерації, пневмотранспортом доставляється в бункер, що знаходиться поза приміщенням.

Вибиті виливки транспортером потрапляють у дробометний барабан. Після очищення, по транспортеру, виливки та литники потрапляють на сортувальний стіл, де відокремлюють готові виливки від браку та литників.

Доставка відходів металу від сортувальних столів здійснюється за допомогою електронавантажувача в цебрах. Готові виливки упаковують у тару та відвозяться електронавантажувачем на склад готової продукції.

Схема вантажопотоків представлена на кресленні ДП 03.03.08.

1. 7. Енергозабезпечення

Розрахунок потреби в енергії за видами ведеться за питомими нормами витрати, які можна прийняти за даними цеху-аналогу.

Витрата електроенергії складається з витрат на технологічні потреби W_T , силовий привід W_c та освітлення W_{oc} .

Загальна витрата електроенергії по цеху [2, стор. 153]:

$$W = K_w(W_T + W_c + W_{oc}) \quad (1.33)$$

де: K_w - коефіцієнт втрати електроенергії в ланцюзі, $K_w = 1,05 - 1,10$.

Витрата електроенергії на технологічні потреби:

$$W_T = P_T \cdot G_{отл}, \quad (1.34)$$

де: P_T - питома витрата електроенергії на даному переділі на 1 т придатних виливків, при плавці чавуну в індукційних печах типу тигельного 1200 - 1400 кВт·г/т;

$G_{отл}$ - річний випуск придатних виливків, т

$$W_T = 1400 \cdot 15000 = 21000000 \text{ кВт}$$

Витрата електроенергії на силовий електропривод:

$$W_c = P_c \cdot \Phi_d \cdot G_{отл} \quad (1.35)$$

де: P_c – встановлена потужність устаткування 1 т придатних виливків на рік,

$$P_c = 0,09 - 0,10 \text{ кВт};$$

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Φ_d - дійсний річний фонд часу, год;

$$W_c = 0,1 \cdot 3935 \cdot 15000 = 5902500 \text{ кВт}$$

Витрата електроенергії на освітлення:

$$W_{oc} = \rho \cdot F_{oc} \cdot \Phi_{d(oc)} \quad (1.36)$$

де: ρ – середня витрата електроенергії за 1 годину на 1 м² площі (для виробничих приміщень 0,015 кВт; для складів та побутових приміщень 0,008 кВт);

F_{oc} - освітлювана площа, м²;

$\Phi_{d(oc)}$ – річна кількість годин освітлювального навантаження (при двозмінній роботі 2300-2500 год).

$$W_{oc} = 0,015 \cdot 4668 \cdot 2500 + 0,008 \cdot 2376 \cdot 2500 = 1798020 \text{ кВт}$$

$$W = 1,1 \cdot (21000000 + 5902500 + 1798020) = 31570572 \text{ кВт}$$

Стиснене повітря необхідне роботи формувальних і стрижневих машин тощо.: [2, стор. 158]

$$Q_{c.v.} = 1,5 \cdot g_{c.v.} \cdot G_{отл} \quad (1.37)$$

де: $g_{c.v.}$ - Питома витрата стисненого повітря на 1 т придатних виливків, гс.в.
= 900 ÷ 1100 м³;

$G_{отл}$ - річний випуск виливків у цеху, т.е.

$$Q_{c.v.} = 1,5 \cdot 1000 \cdot 15000 = 22500000 \text{ м}^3$$

Витрата води на технологічні потреби: [2, стор 159]

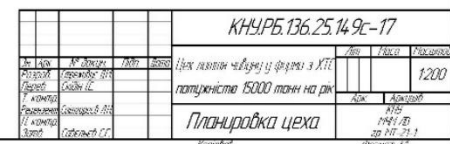
$$Q_v = g_v \cdot G_{отл} \quad (1.38)$$

де: g_v – питома витрата води 1 т придатних виливків, $g_v = 158 \div 210 \text{ м}^3$.

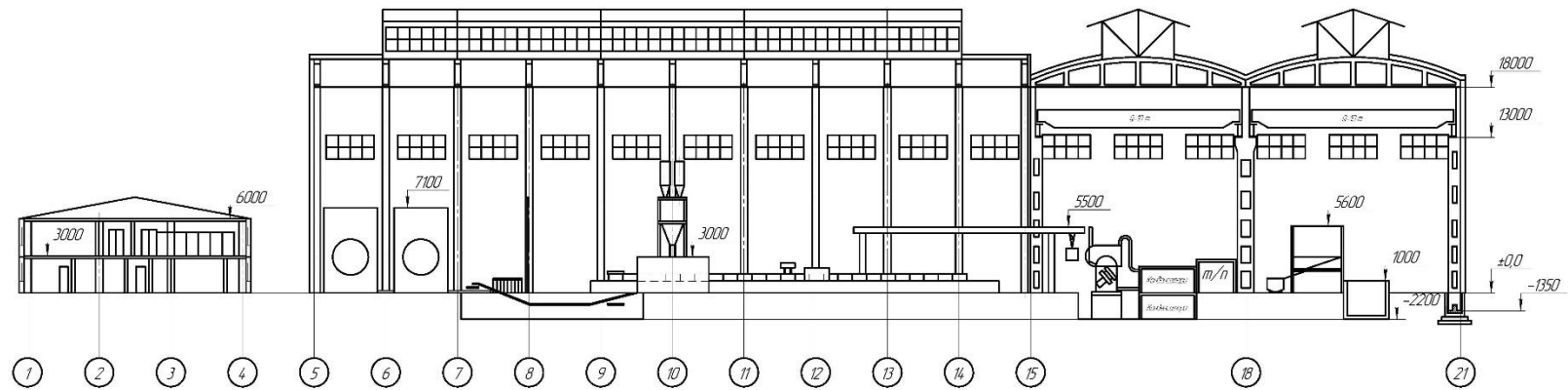
$$Q_v = 200 \cdot 15000 = 3000000 \text{ м}^3$$

Вода для побутових потреб = 68698 м³

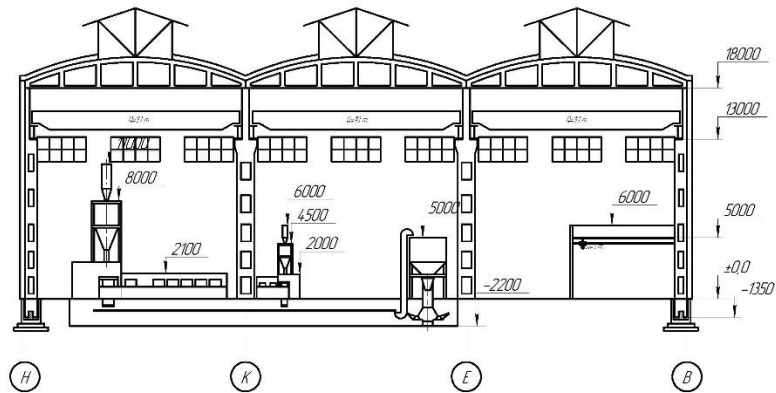
					КНУ.РБ.136.25.149с-17.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



A-A



Б-Б



КНУ.РБ.136.25.14.9с-17									
№ п/п	№ докум.	Лист	Лист	Цех литья чугуна литья					
Результат	Генеральный	Лит	Лит	производство 15000 тонн на рік					
Результат	Результат	Результат	Результат	Производный и поперечный разрез цеха					
Результат	Результат	Результат	Результат	Копирование					
Результат	Результат	Результат	Результат	1949/18					
Результат	Результат	Результат	Результат	до 21-21-1					
Результат	Результат	Результат	Результат	Формат А1					

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
Пер. вик.				Документація		
	A4		КНУ.РБ.136.25.14 9с-17	Складальне креслення		
				Деталі		
Справ. №		1		Барабан дробометний мод. 42322М	1	
		2		Бігуни каткові мод. 15101	1	
		3		Бункер для повернення	1	
		4		Бункер для сталевого брухту	1	
		5		Бункер для ферокремнію	1	
		6		Бункер для феромарганцю	1	
		7		Бункер для чушкового чавуну	1	
		8		Бункер для вибитого піску	2	
		9		Закром для неочищених виливків	1	
		10		Закром для повернення	1	
		11		Закром для сталевого брухту	1	
		12		Закром для ферокремнію	1	
		13		Закром для феромарганцю	1	
		14		Закром для чушкового чавуну	1	
		15		Ківш розливний 500 кг	2	
		16		Ківш розливний 200 кг	2	
		17		Кран-балка Q=1 т	2	
		18		Кран мостовий Q=10 т	7	
		19		Піч ІЧТ 2,5/1,7	6	
		20		Піч термічна	1	
		21		Решітка	1	
		22		Стрижневий автомат L5	2	
Підп. та дата				КНУ.РБ.136.25.14 9с-17		
Взам. інв. №						
Інв. № дціл.						
Підп. та дата						
Інв. подпл.	Змі.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	
	Розроб.	Стреживус Д.М.				Арк.
	Перевір.	Скідін І.Є.				Арк.
	Реценз.	Саттарєв Л.Н.				Арк.ш.
	Н. контр.					
	Затверд.	Савельєв С.Г.				
Цех лиття чавуну у форми з ХТС						1
потужністю 15000 тонн на рік						2
КНУ						
МЧМ ЛВ						
гр. МТ-21-1						

Копіював

Формат А4

[illegible]

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технічних умов на виливок

Виливок «Муфта» виготовляється із сірого чавуну СЧ 20, має внутрішню порожнину, яка виконується піщаним стрижнем.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад та механічні властивості сірого чавуну ГОСТ 1412 – 85

Марка чавуну	Вміст елементів, % (решта заліза)					Механічні властивості	
	З	Si	Mn	P	S	σВ	НВ
	Не більше					МПа	
СЧ 20	3,3 – 3,5	1,4 - 2,4	0,7 - 1,0	0,2	0,15	200	170-241

Розглянемо вплив хімічних елементів на структуру та властивості чавуну. С – найбільше сприяє графітизації чавуну, знижує міцність, підвищує пластичність, покращує ливарні властивості.

Si – сприяє графітизації чавуну, укрупнює графітові включення, підвищує механічні властивості, покращує ливарні властивості.

Mn – нейтралізує шкідливий вплив сірки, гальмує процес графітизації, підвищує схильність до відбілу, стійкість аустеніту, дисперсність перліту, міцність, погіршує ливарні властивості.

S – сильно гальмує графітизацію, сприяє утворенню гарячих тріщин, знижує механічні та ливарні властивості.

P – в невеликій мірі сприяє процесу графітизації, підвищує міцність, твердість, зносостійкість, рідину, знижує ударну в'язкість і холодостійкість.

Сплав СЧ 20 має гарні ливарні властивості, необхідну міцність, хорошу оброблюваність різання, малу схильність до утворення тріщин, достатню зносостійкість.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.ТЧ			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Стреживус Д. М.				Технологічна частина		Літера	Аркуш
Перевірив	Скідін І. Е							Аркушів
Рецензент	Сайтгарєєв Л.Н							
Н.контроль	Скідін І. Е						Кафедра МЧМЛВ Група МТ-21-1	
Затвердив	Савельєв С.Г.							

2.2. Конструювання литої заготовки

Креслення виливки розробляється за кресленням деталі відповідно до вимог ГОСТ 2.423 - 73 і включають такі питання:

- вибір положення виливки у формі, що визначає спосіб формування; площину роз'єму форми;
- призначення припусків на механічну обробку;
- формувальні ухили та жолобники на виливках;
- невказані ливарні радіуси;
- вибір класів точності та шорсткості.

З метою забезпечення спрямованого затвердіння, що виключає утворення усадкових раковин у виливку, дану виливок маємо в одній напівформі.

Припуски на механічну обробку виливки призначають з метою отримання заданих розмірів та шорсткості поверхні деталі відповідно до креслення. Розмір припусків береться в залежності від виду сплаву, габаритів деталі, від допусків розмірів виливки, класу точності, типу виробництва, положення виливки у формі відповідно до ГОСТ 26645-85. Виливок «Муфта» виготовляється з чавунного сплаву СЧ-20, згідно з ГОСТ 26645-85 має 10 клас точності та розмір припуску 5 мм.

Під час розробки моделі враховується усадка металу виливки. Для виливки «Муфта», виготовленої з сірого чавуну, об'ємне усадження береться в розмірі 0,7-1,3 %, ливарне усадження 1,1 %.

Щоб уникнути утворення тріщин і знизити внутрішню напругу в місцях переходів від товстих стінок до тонших, передбачають галтелі. Радіуси жолобників залежать від товщини стінок, що сполучаються, для виливки «Муфта» ливарні радіуси складають 3 мм.

Виливок виготовляють по 10 класу точності, тому величина формувального ухилу становить 1°.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметри шорсткості поверхні, встановлені ГОСТ 2789-73, визначаємо, виходячи зі способу отримання виливка, сплаву та розмірів виливка Ra 12,5.

2.3. Розробка ливарно-модельних вказівок

Під час розробки методу заливання вирішують такі вопросы:

- вибір способу формування;
- вибір роз'єму форми;
- визначення місць встановлення, меж та кількості стрижнів у формі;
- вибір літникової системи;
- визначення габаритних розмірів опок, метод центрування; вибір вентиляції форми;
- вибір способу збирання форм при заливанні.

Спосіб формування визначається конфігурацією та габаритами виливки, типом виробництва та положення виливки у формі. При даних габаритах виливки та типі виробництва приймаємо машинне формування за нероз'ємною моделлю. Цю виливку краще розташувати у формі вертикально, при цьому нероз'ємна модель виливка буде розташовуватися в нижній напівформі. У формі буде виготовлено чотири виливки. На підставі обраного положення та кількості виливків у формі визначається розмір форми.

Роз'єм форми повинен забезпечити вільний вихід повітря та газу зі стрижня та заглиблень. Вибраний роз'єм форми повинен забезпечити найменшу кількість дефектів перекосів, а також мінімальну протяжність ливарних швів по поверхні виливки і відповідно заток.

Вибір меж, кількості та місць встановлення стрижнів проводиться залежно від конфігурації внутрішньої порожнини виливка та її габаритів. Для отримання виливки "Муфта" достатньо одного стрижня, що виконує центральний отвір. Стрижень має знаки, за допомогою яких стрижень встановлюють у ливарну форму та фіксують у заданому положенні. Параметри знака стрижня визначають згідно з ГОСТ 3212 - 92.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір літникової системи залежить від конфігурації виливки, виду сплаву, габаритів, кількості та розташування виливка у формі.

Для чавунних виливків застосовують литникові системи, що звужуються, які забезпечують спокійну заливку форми і затримання шлаку.

Так як виливок невисокий для неї застосовується горизонтальна литникова система з підведенням металу по площині роз'єму. Шлакоуловлювач та живильники розташовані у формі горизонтально. Щоб забезпечити відділення неметалевих включень і виключити попадання шлаку у виливок, живильники розташовуємо в нижній напівформі. Така система забезпечує надходження розплаву через живильник поступово і без розбризкування.

Вентиляція форми здійснюється через канали литникової системи, через газовідвідні канали у стрижнях, через форму.

Розміри опок вибирають в залежності від розмірів моделей, кількість їх на модельній плиті, маси рідкого металу, товщини стінки виливки, конструкції та розмірів литникової системи. При виборі розмірів опок виходять із максимального використання їх обсягу.

Для складання форми використовуємо штирі та гайки.

2.4. Розрахунок літникової системи

Конструкція литникової системи залежить від металу, розмірів та конфігурації виливки. Для чавунних виливків застосовують зазвичай заповнені литникові системи, що забезпечують спокійну заливку форми та затримання шлаку.

Т.к. виливок невисокий для неї застосовується горизонтальна літникова система з підведенням металу по площині роз'єму. Щоб забезпечити відділення неметалевих включень і виключити попадання шлаку у виливок, живильники розташовуємо в нижній напівформі. Така система забезпечує надходження розплаву через живильник поступово і без розбризкування.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спочатку визначаємо сумарний переріз живильників за формулою Озанна Діттера:

$$F_{\text{пит}} = \frac{1000 \cdot G}{\mu \cdot \tau \cdot \gamma \cdot \sqrt{2g \cdot H_{\text{ср}}}}, \quad (2.1)$$

де: G - маса виливки, литникової системи та прибутку, кг;

μ - загальний коефіцієнт витрати литникових систем, для середньобічної литникової системи із середнім опором форми приймаємо $\mu = 0,42$;

τ - час заливання, сік;

γ - Щільність рідкого металу, для чавунного сплаву СЧ 20

$\gamma = 7,2 \text{ кг/см}^3$;

g – прискорення вільного падіння, $g = 980 \text{ м/с}^2$;

$H_{\text{ср}}$ - середньодіючий металостатичний напір, см;

За формулою А.Ф. Соболева, Т.М. Дубицького визначаємо час заповнення форми:

$$\tau = S_1 \sqrt[3]{\delta \cdot G \cdot n}, \quad (2.2)$$

де: S_1 – емпіричний коефіцієнт, що враховує технологічні умови заповнення форми, для горизонтальної литникової системи та чавунного сплаву

$S = 2$;

δ - Товщина стінки (середня), мм;

G – вага виливка з литниковою системою, кг;

n – кількість виливків одержуваних у формі, прим.

$$\tau = 2 \cdot \sqrt[3]{23 \cdot 6,5 \cdot 4} = 10,6 \text{ сік}$$

Визначаємо швидкість заливання:

$$\vartheta = \frac{H}{\tau}, \quad (3.3)$$

де: H - Висота виливки, мм;

τ - час заливки, сік

$$\vartheta = \frac{125}{10,6} = 11,2 \text{ мм/сек}$$

Визначаємо середньодіючий металостатичний напір (підведення металу в середню частину виливка).

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

H_0 – відстань від верхнього рівня металу у чаші до горизонтальної осі живильників, $H_0 = 20$ см;

$$F_{\text{пит}} = \frac{1000 \cdot 26}{0,42 \cdot 10,6 \cdot 7,2 \cdot \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 20}} = 4,7 \text{ см}^2$$

Визначення розмірів елементів літникової системи.

Приймаємо співвідношення площ перерізу литникових систем:

$$F_{\text{пит}} : F_{\text{шл}} : F_{\text{ст}} = 1 : 1,0 : 1,5$$

Число живильників = 4, тоді $F_{\text{пит}} = \frac{F_p \cdot 4,7}{4} = 1,175 \text{ см}^2$;

Площа шлакоуловлювача: $F_{\text{шл}} = F_p \cdot 1,1 = 5,17 \text{ см}^2$,

Число шлакоуловлювачів = 2 тоді $F_{\text{шл}} = 5,17 / 2 = 2,5 \text{ см}^2$

Площа стояка: $F_{\text{ст}} = F_p \cdot 1,5 = 4,7 \cdot 1,5 = 7,05 \text{ см}^2$,

- Визначаємо розміри стояка.

Для забезпечення замкнутості системи та зручності формування використовуємо конічний круглий стояк, що розширюється вгору.

Діаметр стояка внизу:

$$F_{\text{ст}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}; d_{\text{ст.н.}} = 2 \sqrt{\frac{F_{\text{ст}}}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{7,05}{3,14}} = 2,8 \text{ см}$$

Діаметр стояка у верху:

$$d_{\text{ст.в}} = d_{\text{ст.н.}} + 0,01 \cdot H_0,$$

де H_0 - Висота стояка

$$d_{\text{ст.в}} = 2,8 + 0,01 \cdot 11 = 3 \text{ см}$$

- Визначення розмірів вирви здійснюється залежно від діаметра стояка вгорі:

- Висота вирви $h_v = (2 \div 3) d_{\text{ст.в.}} = 3 \cdot 3 = 9 \text{ см}$

- верхній діаметр вирви $d_{\text{в.в.}} = (2 \div 3) d_{\text{ст.в.}} = 3 \cdot 3 = 9 \text{ см}$

- Залежно від площі поперечного перерізу визначаємо розміри шлакоуловлювача [1, таб. 34]. Так як $F_{\text{шл}} = 2,5 \text{ см}^2$, то ширина шлакоуловлювача у підстави $b_{\text{шл}} = 1,6 \text{ см}$, ширина шлакоуловлювача у верху $b_{\text{в.шл.}} = 1,3 \text{ см}$, висота шлакоуловлювача $h_{\text{шл}} = 1,6 \text{ см}$.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Визначаємо розміри живильників:

Залежно від площі поперечного перерізу визначаємо розміри живильника [1, таб. 34]. Так як $F_{\text{пит}} = 1,2 \text{ см}^2$, то ширина живильника внизу $b_{\text{пит}} = 2,2 \text{ см}$, ширина вгорі $b_{\text{пит в.}} = 2,5 \text{ см}$, висота живильника $h_{\text{пит}} = 0,5 \text{ см}$.

Довжина живильника береться не більше 10 – 50 мм.

2.5. Проектування модельного комплекту

Розробка технологічного оснащення проводиться на підставі креслення виливки з ливарно-модельними вказівками.

При машинному формуванні розробляють: підмодельні плити низу і верху форми, і стрижневий ящик.

Для отримання якісного виливка із заданими розмірами модель повинна бути більшою за її на величину ливарної усадки 1,1 %.

На нижній підмодельній плиті (ДП 03.05.08) розташовуються моделі з живильниками, а на верхній підмодельній плиті – верхній знак стрижня зі шлакоуловлювачем, стояком та лійкою.

Підмодельні плити виготовляють із сталі 45 ГОСТ 977 – 88.

Конструкція будь-якого стрижневого ящика залежить, в першу чергу, від конфігурації та розмірів стрижня, а також від способу його виготовлення, обладнання, на якому отримуватимуть стрижні. Конструкція ящика повинна забезпечити його експлуатаційну міцність та жорсткість, необхідну тривалість користування. В даному випадку виготовляємо стрижні з ХТС на піскодувній машині з подальшим продуванням їх CO₂ безпосередньо на машині. Матеріал стрижневого ящика – сталь 45 ГОСТ 977 – 88. Розміри стрижневого ящика дозволяють отримувати два стрижні за одне знімання

2.6. Технологічний процес виготовлення виливків

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Підготовка шихтових матеріалів

Металева шихта рейковим шляхом надходить з бункерів на місце підігріву шихти. Шихта підігрівається у термічній печі 20 для видалення вологи при температурі 300 – 400 °С протягом 15 хвилин. Після підігріву металеву шихту розподіляють печами ІЧТ-2,5 19, мостовим краном.

2. Приготування металу СЧ-20

3. Після повного розплавлення всіх складових шихти розплави перегрівають до температури 1440 – 1450 °С, скачують шлак і відбирають пробу визначення хімічного складу чавуну. Готовий метал зливається в ковші 15 і 16, які монорельсом пересуваються до місця заливки.

4. Підготовка формувальних матеріалів.

Свіжий формувальний пісок прокидається крізь ґрати 21, потім пневмотранспортом доставляється в змішувачі, які входять до складу стрижневих і формувальних автоматів 22, 33, 34.

5. Приготування формувальної та стрижневої суміші

Приготування формувальної та стрижневої суміші здійснюється у змішувачах, що входять до складу формувального та стрижневого обладнання. Регенований пісок надходить до змішувачів пневмотранспорту, його освіжають 30% кварцового піску. Сполучне надходить у змішувачі трубопроводами. Після ретельного перемішування всіх матеріалів, що входять до складу сумішей, роблять відбір проб на вологість, газопроникність і сиру міцність. Контроль властивостей формувальної суміші проводять двічі на зміну (перший та останній заміс). Готова суміш задувається у форму.

6. Виготовлення стрижнів

Для отримання стрижнів використовують металеві ящики. Стрижні виготовляють на піскодувній машині 22 моделі L5. Після виготовлення стрижні укладають у тару та електронавантажувачами доставляють до місць проставлення стрижнів.

7. Формування

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Напівформи виготовляють дві формувальні машини 33 і 34 типу L40 і L250 за RESOL-CO₂ процесом. На одній машині одержують напівформи верху та низу.

8. Складання

Після виготовлення напівформи надходять на ділянку збирання. На ділянці збирання робітник оглядає поверхню отриманої напівформи та проставляє стрижні. Напівформи низу і верху проходять через збирач 27 і 28 і готова форма надходить на ділянку заливки.

9. Заливання

Заливка форм проводиться заливальними ковшами 15 і 16. Заливні ковші рухаються монорельсами. Заливка проводиться заливником. Після заливання форми ківш повертається у вихідне положення для заливання наступної форми.

10. Охолодження

Форми заповнені металом надходять на ділянку охолодження, яка закрита кожухом з примусовою вентиляцією для видалення шкідливих випарів.

11. Вибивання.

Охолоджені вилівки проходять через вибивний пристрій 31 і 32, де за допомогою механізму видавлювання кома суміші виліток із сумішшю надходить на вибивну решітку, а опоки пройшовши після цього через розпарювач, надходять назад на ділянку формування. Руйнування кома суміші відбувається на вибивній решітці, після якої суміш надходить на ділянку регенерації суміші.

12. Регенерація суміші.

Відпрацьована суміш стрічковим транспортером потрапляє в бункер 8, за допомогою ковшового елеватора 36. Далі по живильникам суміш потрапляє в пристрій для регенерації (випалювання сполучного в пневмопотіці) 30. Регенерований пісок пневмотранспортом доставляється в бункера над сумішами.

13. Обрубкування.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З вибивної решітки виливки транспортерами переміщуються до дробометних барабанів 1 моделі 42322М. У дробометному барабані через крихкість чавуну від виливки відламуються литникові системи.

Після цього виливки потрапляють на ділянку сортування.

14.Контроль.

Деталі надходять на сортувальні столи 23, де на вигляд, розділяють придатні деталі від браку, а так само литників. Якщо деталь придатна, то ставлять тавро та відправляють на склад готової продукції за допомогою електронавантажувача.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

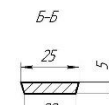


Diagram showing the cross-section B-B of the shaft. It features a 13 mm diameter hole and a 16 mm diameter section.

$$n F_{\text{уст}} = 5,0 \text{ см}^2$$
$$F_{\text{уст}} = 2,5 \text{ см}^2$$

[illegible]

[illegible]

Копіював

Формат А4

3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Класифікація стрижневих автоматичних ліній

Лінії для виробництва стрижнів характеризуються великою різноманітністю схем і складу обладнання з огляду на широку номенклатуру стержнів, які на них готують за формою та розмірами, розмаїття технічних і логічних процесів одержання стрижнів і різного характеру виробництва (масове, серійне, одиничне).

Стрижневі лінії можна класифікувати за такими ознаками:

- технологічному процесу;
- типу і конструкції стрижнеутворювального агрегату;
- складом і схемою взаємного розташування агрегатів лінії.

Для виготовлення стрижнів на автоматизованих лініях застосовують такі технологічні процеси:

1) піскодувне наповнення стрижневого ящика з подальшим тепловим сушінням або хімічним твердінням у нагріваємому або ненагріваємому ящику (залежно від виду суміші);

2) наповнення ящика сипучою сумішшю холодного твердіння за допомогою шнекового змішувача та ущільнення суміші на вібраційному столі;

3) наповнення ящика рідкорухомою самотверднучою сумішшю на спеціальній установці;

4) наповнення нагрітого ящика ЖСС під тиском вихровою головкою.

Існують окремі моделі ліній, у яких як агрегат для виготовлення стрижнів використовують струшувальні машини, піскомети і швидкодіючі вихрові змішувачі.

Тип і конструкція стрижнеутворювального агрегату, крім застосованого технологічного процесу, визначаються характером роз'єму стрижневого ящика (вертикальний, горизонтальний, складний), характером закріплення оснащення (з постійним ящиком, зі змінними ящиками), за

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Спеціальна частина	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Стреживус Д. М.					1	
Перевірив		Скідін І. Е				Кафедра МЧМЛВ Група МТ-21-1		
Рецензент		Сайтгареев Л.Н						
Н.контроль		Скідін І. Е						
Затвердив		Савельєв С.Г.						

розташуванням позицій (однопозиційні, карусельні, човникові, багатопозиційні лінійні тощо).

3.2 Стрижневі лінії на базі піскодувних автоматів

Основні агрегати, що входять до складу ліній: піскодувний автомат *А*, поворотно- витяжна машина *Б*, передавальні механізми, проміжні роликові конвеєри для підготовки стрижневих ящиків і подавання заформованих ящиків до поворотно-витяжної машини, конвеєри видавання *В* стрижнів на сушильних плитах або передавання їх на цеховий транспортний порт і приймання сушильних плит (рис. 3.1). При виконанні на лінії спеціальних процесів додатково встановлюють необхідне обладнання.

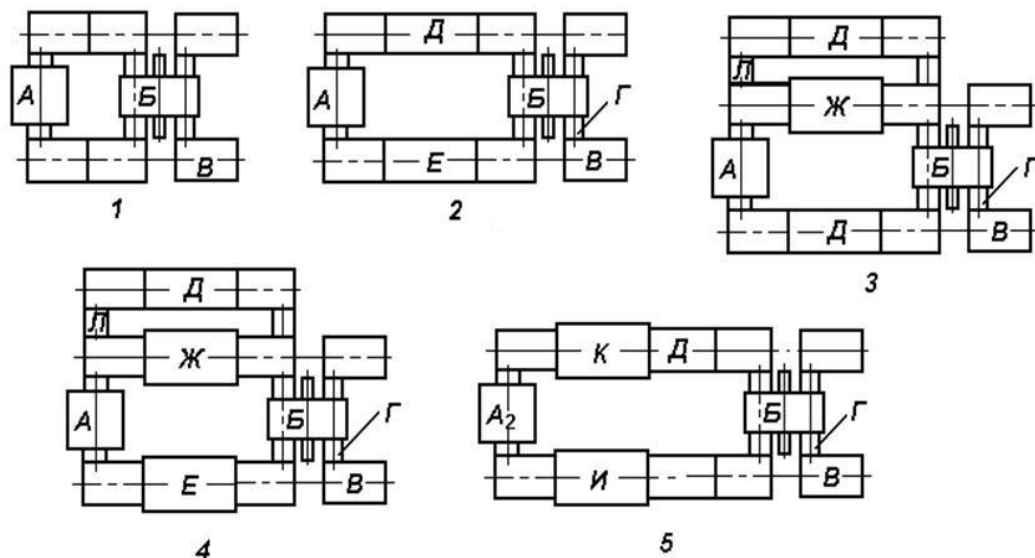


Рис. 3.1. Склад уніфікованих автоматичних ліній для виготовлення стрижнів на базі піскодувних автоматів:

1 - базова лінія; 2 - лінія для виготовлення стрижнів у масовому виробництві на основі CO_2 -процесу; 3 - лінія для виготовлення стрижнів в одиничному і дрібносерійному виробництвах з тепловим сушінням; 4 - лінія для виготовлення стрижнів в одиничному і дрібносерійному виробництвах на основі CO_2 -процесу; 5 - лінія для виготовлення стрижнів у нагрівальних ящиках під час масового виробництва; *А* - піскодувний автомат для виготовлення стрижнів; *А₂* - піскодувний автомат для виготовлення стрижнів у ящиках, що нагріваються; *Б* - поворотно-витяжна машина; *В* - конвеєр видачі; *Г* - досилач; *Д* - проміжний конвеєр; *Е* - установка для продування CO_2 ; *Ж* - склад стрижневих ящиків; *Л* - проміжний роликовий конвеєр; *И* - піч для нагрівання стрижневих ящиків; *К* - установка для продування гарячим повітрям

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стрижневі лінії, що застосовуються в різних умовах виробництва, значно відрізняються одна від одної складом і компонованням. Так, лінії 3 і 4, призначені для експлуатації в дрібносерійному виробництві, де номенклатура стрижнів, виготовлених на одній машині, навіть протягом однієї зміни досить велика, мають спеціальний склад стрижневих ящиків. На лініях 2 і 4, де прийнято технологічний процес виготовлення стрижнів із суміші, що містить як зв'язувальні матеріали рідке скло і твердне під час продування вуглекислим газом, передбачено відповідні установки. На лінії 5 для виготовлення стрижнів у ящиках, що нагріваються, для інтенсифікації процесу, крім спеціальної печі для попереднього нагріву стрижневого ящика, передбачено установку для продування стрижня гарячим повітрям.

Напрямок руху стрижневих ящиків на лініях 1-4 - проти годинникової стрілки, на лінії 5 - за годинниковою стрілкою.

Як засоби транспорту на всіх лініях застосовано роликові конвеєри, які забезпечують переміщення оснащення у всіх необхідних напрямках з необхідною швидкістю і зв'язок лінії із засобами цехового транспорту. Для ув'язки лінії із засобами цехового транспорту за висотою на ділянці передання стрижня на цеховий конвеєр передбачено роликовий конвеєр із підйомним столом.

Піскодувний стрижневий автомат випускається трьох типорозмірів для стрижнів масою 16, 40 і 100 кг. Основні вузли автомата: станина з циліндром притиску, траверса з механізмом дуття і живильник.

Станина - конструкція коробчатого перерізу з укріпленими на ній чотирма колонами. У середині станини встановлений гідроциліндр зі столом для підйому і опускання стрижневого ящика. На станині закріплюється роликовий конвеєр. На колонах встановлено механізм дуття.

Цикл машини: підйом і притискання стрижневого ящика до піскодувної головки, надув суміші, опускання ящика і заповнення робочого резервуара сумішшю з живильника.

Поворотно-витяжна стрижнева машина, призначена для витяжки стрижнів зі стрижневих ящиків і накладення сушильних плит на заформовані ящики, також випускається трьох типорозмірів для використання в лініях для виготовлення стрижнів масою до 16, 40 і 100 кг.

3.3 Приклади ліній для виготовлення стрижнів

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 3.2 наведено схему механізованої лінії для виготовлення стрижнів із ХТС, використовуваної на Мінському автозаводі. До складу лінії входять змішувач безперервної дії 1, рольганг 2, стрічковий транспортер повернення порожніх ящиків 3, стрижневі ящики 4, стрічковий транспортер затвердіння 5, кантувач 6, електротельфер 7 і вентиляційний клапан. вінна парасолька 8.

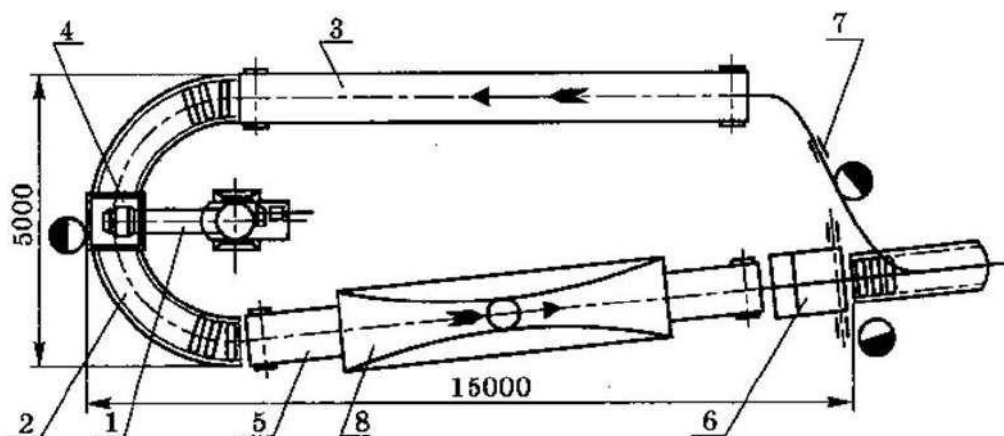


Рис. 3.2. Схема механізованої лінії для виготовлення стрижнів із ХТС

Стрижні ущільнюються в дерев'яних або полімерних стрижневих ящиках. На позиції ущільнення доцільно застосовувати вібростіл. Виймання стрижнів з ящиків здійснюється за допомогою кантувальника 6, після чого електротельфером 7 ящики подають на транспортер повернення, де проводять їх збирання і підготовку до заповнення сумішшю. Продуктивність такої лінії становить до 40 стрижнів на годину.

Робота на комплексно-автоматизованій лінії (рис. 3.3) в автоматичному режимі здійснюється в такій послідовності. Після підготовки стрижневого ящика на рольгангах 7 і 4 він переміщається на кутовий стіл 3, а потім через передавальний рольганг 6 на вібростіл

1. На цій позиції в ящик зі змішувача 9 надходить стрижнева суміш, після ущільнення якої ящик пересувається на наступний кутовий стіл 3, а звідти - на рольганг 5 ділянки затвердіння стрижнів. Час затвердіння стрижня контролюється спеціальним реле часу, яке вмикається після того, як ящик сходить із вібростола 1.

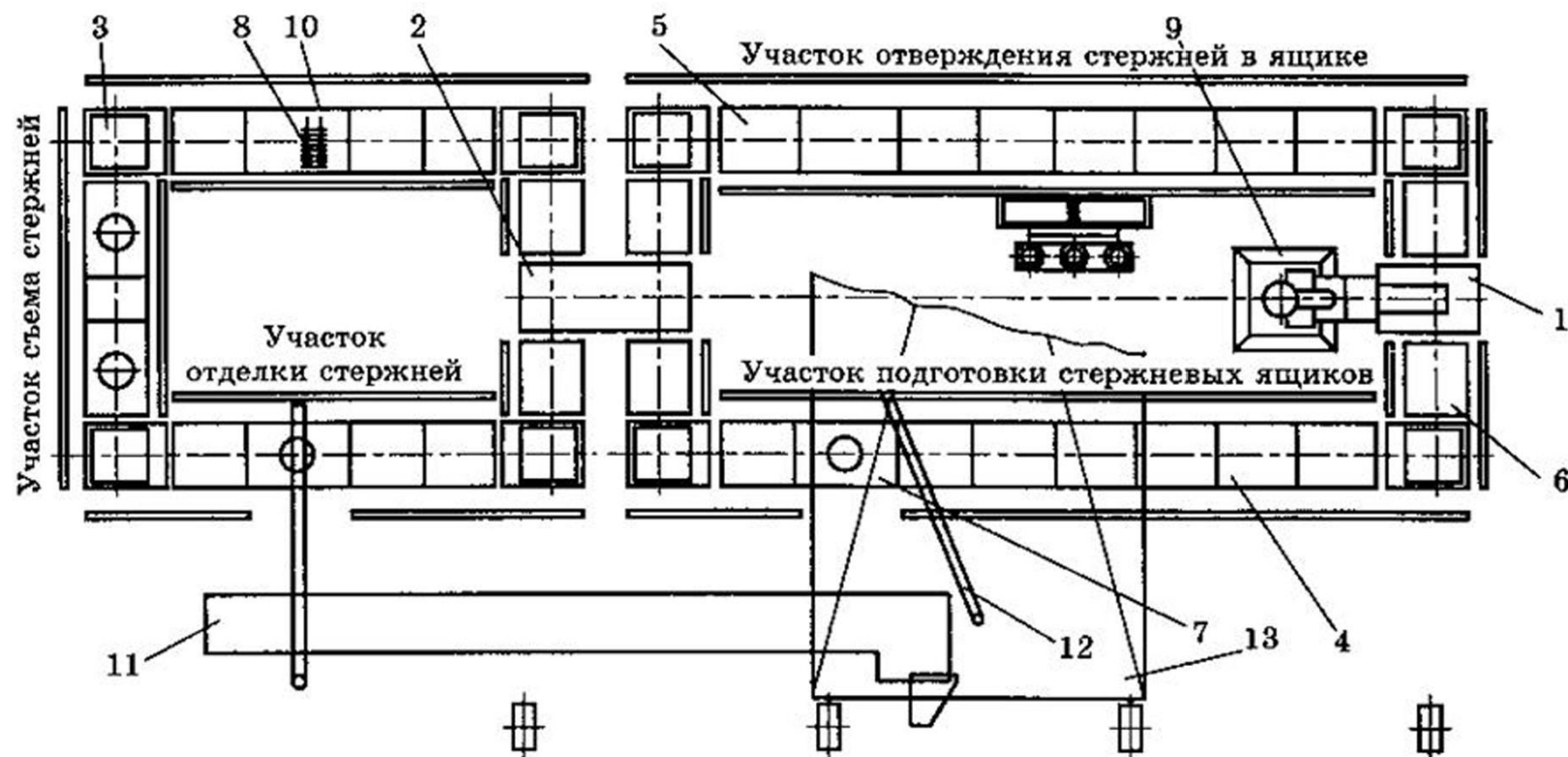


Рис. 3.3 Схема комплексно-автоматизованої лінії для виготовлення стрижнів масою до 40, 100, 250 і 600 кг

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ

Арк.

Після закінчення затвердіння стрижня ящик подається на приймальний рольганг поворотно-витяжної машини 2, де здійснюють накладання транспортної плити, кантування ящика і витяг стрижня. Після цього ящик надходить на ділянку підготовки і далі на вібростіл.

Вийшовши з поворотно-витяжної машини, стрижень на плиті переміщується до кутового столу і рухається далі рольгангами ділянки обробки. Потім плита зі стрижнем потрапляє на кутовий стіл і далі на дільницю, де здійснюють знімання стрижнів з плит, передачу їх на дільницю забарвлення і комплектації.

Зі столів повороту плита проходить на кутовий стіл, а потім передається на маршовий рольганг, пройшовши який потрапляє на рольганг камери очищення 10. Пневматичні або електричні штовхачі цього рольганга проводять плиту під щітками 8 камери. Очищена плита потрапляє на кутовий стіл поворотно-витяжної машини і за командою, пройшовши над досипачем, входить у поворотно-витяжну машину, при цьому приводні рольганги відіграють роль накопичувачів.

Стрічковий транспортер 11 слугує для передачі від'ємних частин з ділянки обробки стрижнів на ділянку підготовки ящиків. Ділянки комплексної лінії для виготовлення стрижнів масою понад 40 кг, де готують стрижневі ящики, а також ділянки знімання стрижнів з лінії повинні бути оснащені консольно-поворотним краном 12 вантажопідйомністю 1 т. Крім того, лінія повинна обслуговуватися мостовим або підвісним однобалковим краном 13.

Позиції приготування і засипання суміші, витяжки стрижнів з ящиків і обробки стрижнів необхідно обладнати витяжними панелями. Ділянка затвердіння стрижнів має бути закрита витяжним кожухом. Припливно-витяжна вентиляція повинна забезпечувати видалення шкідливих домішок (фенол, формальдегід та ін.).

Для виготовлення стрижнів у нагрівальному оснащенні нині випускається низка машин. На однопозиційних машинах всі операції з виготовлення стрижнів (надування, затвердіння, роз'єм ящиків, вивільнення стрижнів) виконуються послідовно на одній позиції. Тому час, необхідний для виготовлення кожного стрижня, складається з тривалості виконання всіх операцій. У зв'язку з цим для підвищення продуктивності машин їх виготовляють багатопозиційними.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 3.4 представлено схему восьмипозиційної автоматичної карусельної машини для виготовлення стрижнів у ящиках, що нагріваються в прохідній печі 6. На позиції I здійснюється притиск за допомогою циліндра 2 гарячого стрижневого ящика 1 до піскоструминної головки і заповнення його стрижневою сумішшю. Вільна позиція II передбачена для переналагодження і зміни стрижневих ящиків. Нагрівальна піч розташовується на позиціях III-VII. На позиції VIII здійснюється розкриття стрижневої шухляди, витяг стрижня і видача його на транспортер або в тару за допомогою пристрою 3. Стрижневі шухляди встановлюють на кронштейни поворотного столу 5, закріплені на кожній з восьми його позицій. Привід столу здійснюється поворотним механізмом 4.

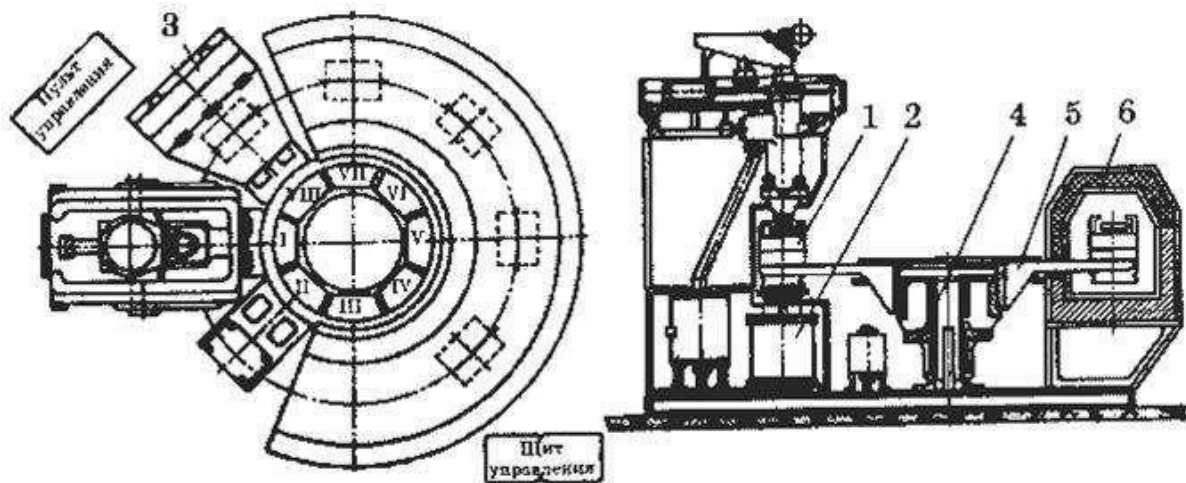


Рис. 3.4 Схема автоматичної карусельної піскострільної машини для виготовлення стрижнів у оснащенні, що нагрівається

Технологічний процес виготовлення стрижнів у оснащенні, що нагрівається, найефективніший в умовах масового або великосерійного виробництва виливків. У стрижневих відділеннях сучасних ливарних цехів використовують не окремі машини, а комплексно-механізовані лінії. Приклад організації стрижневого відділення з комплексно-механізованими лініями для виготовлення дрібних і середніх стрижнів у нагріваному оснащенні наведено на рис. 3.5.

Стрижневе відділення має такі ділянки: I - ділянка приготування суміші, II - ділянка виготовлення стрижнів, III - ділянка комплектування стрижнів, IV - робоче місце майстра, V - склади стрижневих

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ящиків, VI - комора допоміжних матеріалів, VII - формувальне відділення, VIII - склад формувальних матеріалів.

На рис. 3.6 показано автоматизовану лінію для виготовлення стрижнів масою до 16 кг із суміші на рідкому склі з продуванням вуглекислим газом. Лінія виконана на базі уніфікованих машин і вузлів, показаних на рис. 3.11.

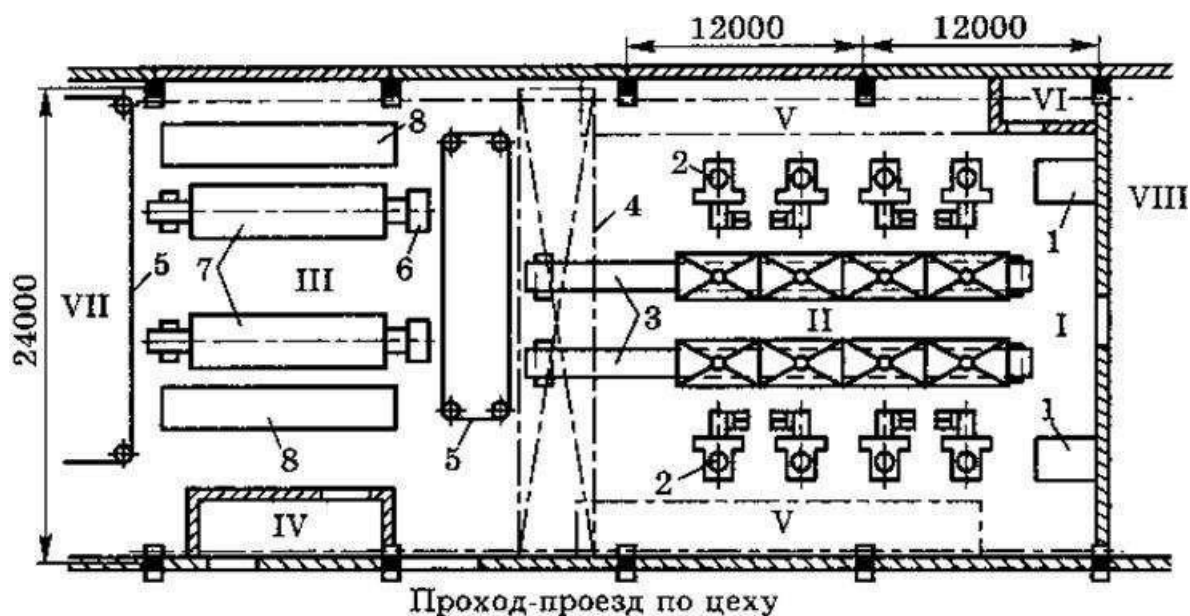


Рис. 3.5 Схема стрижневого відділення для виготовлення дрібних і середніх стрижнів у оснащенні, що нагрівається:

- 1 - змішувачі; 2 - піскострільні машини; 3 - стрічкові конвеєри з витяжними парасольками; 4 - мостовий кран; 5 - підвісні ланцюгові конвеєри; 6 - стелажі оброблення та фарбування стрижнів; 7 - прохідні печі для підсушування пофарбованих стрижнів; 8 - стелажі охолодження

Технологічний цикл виготовлення стрижнів на лінії містить у собі низку операцій: підготовку стрижневого ящика і подачу його на позицію надування стрижневого автомата, надув і ущільнення суміші, продування суміші вуглекислим газом і затвердіння стрижня, подачу стрижневого ящика на позицію поворотно-витяжної машини, поворот стрижневого ящика, витяжку стрижня й укладання його на сушильну плиту, транспортування стрижня з додатковим затвердінням на сушильній плиті, знімання готового стрижня, повернення ящика до піскодувної машини, а сушильної плити - до поворотно-витяжної машини.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лінія складається з таких машин і вузлів: стрижневого автомата 1, приймального роликового конвеєра 2, столу передавального 3, устатковок 4 для продування вуглекислим газом, приймального роликового конвеєра 5 з досилачем, поворотно-витяжної машини 6, роликового конвеєра 7, проміжного конвеєра підготовки стрижневих ящиків 8, передавального конвеєра 9, приймального конвеєра 10, роликів конвеєрів 11, 12, пневмоциліндрів 13 і 16, гідростанцій 14 і 15, пульта управління 17 і електрошафи 18.

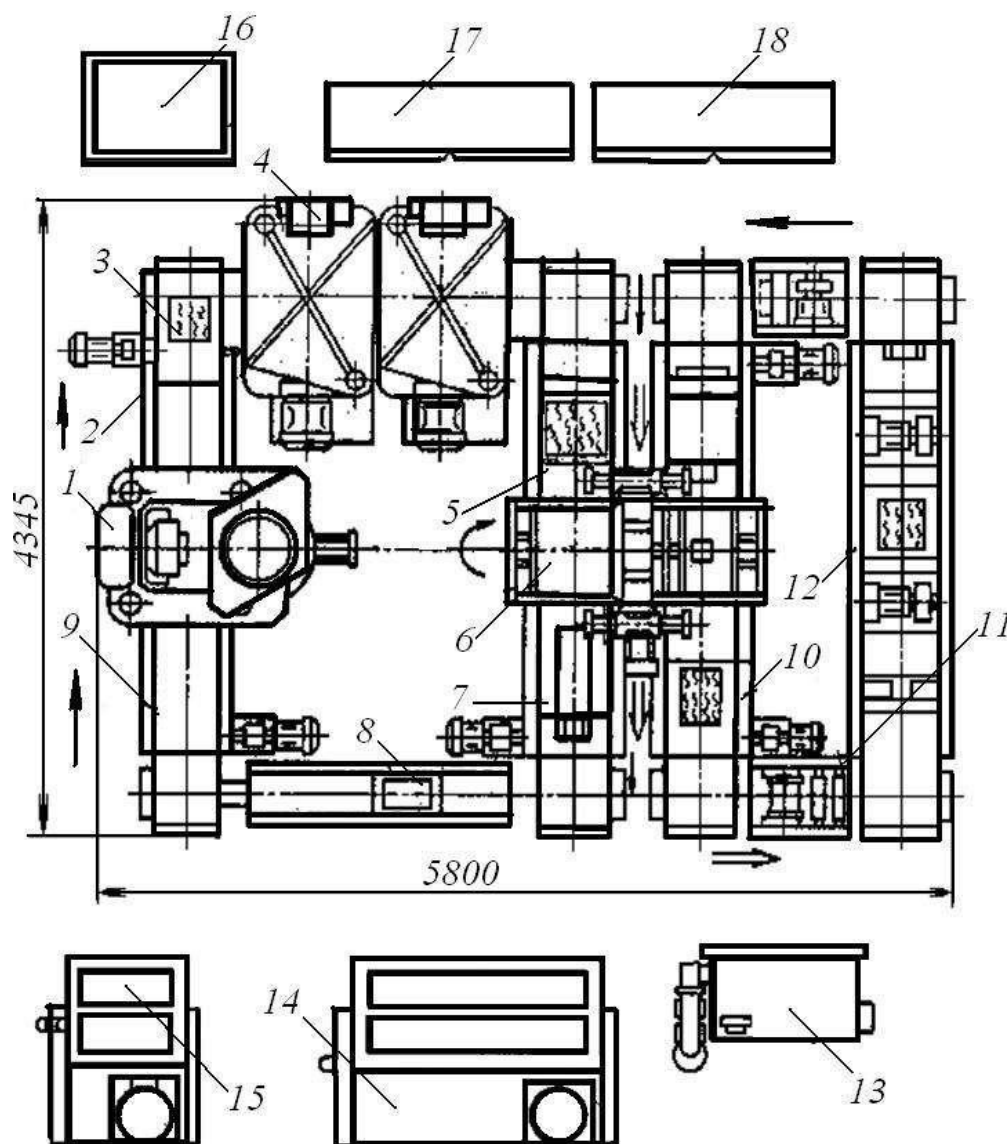


Рис. 3.6. Автоматизована лінія для виготовлення стрижнів із суміші на рідкому склі з продуванням вуглекислим газом

Лінія працює в автоматичному режимі. Натисканням кнопки "Пуск лінії" вмикаються електродвигуни проміжних роликів конвеєрів видачі

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та при опущеному упорі проміжного роликового конвеєра підготовки ящиків - конвеєра передавального механізму. Підготовлений стрижневий ящик переміщається конвеєром 9 на підйомний стіл передавального механізму, натискає важіль кінцевого вимикача, стіл піднімається, вмикається електродвигун роликового конвеєра піскодувного автомата 1, і стрижневий ящик передається на стіл напівавтомата. Наприкінці цього ходу ящик, просуваючись над захопленням досидача, відхиляє його, після чого спрацьовують циліндри досидача і упору і встановлюють ящик на стіл автомата. Наприкінці робочого ходу досидача і упору вимикається електродвигун приводу конвеєрів автомата, і циліндри повертаються у вихідне положення.

Після закінчення опускання столу автомата піднімаються столи видавальних механізмів передачі автомата і поворотно-витяжної машини 6. Заформовані ящики два цикли витримуються на двох позиціях на установках 4 для продування вуглекислим газом.

Підняті столи подають команду на ввімкнення всіх приводних конвеєрів (за винятком конвеєра, що подає до піскодувного напівавтомата), зокрема конвеєрів напівавтомата і поворотно-витяжної машини. Стрижневі ящики і плити зі стрижнями видають зі столів машини на проміжні конвеєри, а заформований ящик і сушильну плиту подають і встановлюють на столах основного технологічного обладнання. Ящики і плити зі стрижнями, видані з основного обладнання, потрапляють на підйомні столи, опускаються, після чого передаються на проміжні конвеєри видачі.

Далі цикл повторюється, причому час циклу визначається часом підготовки скриньки і числом скриньок, що перебувають в обороті.

3.4 Опис роботи пристрою для проставляння стрижнів

Пристрій призначений для автоматичного проставлення стрижнів у напівформу. При цьому виконуються такі операції: проставляння стрижнів (вручну) у гнізда кондуктора 1; включення вакуумного насоса на кінці трубопроводу 2 (стрижні присмоктуються до гнізд кондуктора 1) і циліндра 8 (ланки важільно-шарнірної системи повертаються, в результаті чого кондуктор 1 встановлюється гніздами вниз над напівформою низу 10 на невеликій висоті); опускання циліндра 3 (кондуктор 1 лягає на напівформу 10, стрижні входять у поглиблення напівформи 10); вакуумний насос вимикається

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в результаті стрижні залишаються у напівформі 10; проводиться відведення кондуктора 1 у вихідне положення.

3.5 Розрахунок елементів механізму

Розрахунок циліндра підйому.

В даному випадку центр ваги частин, що піднімаються, не знаходиться на лінії дії піднімальної сили, в результаті виникає ексцентричне навантаження приймається роликами, що спираються на напрямну. Визначення розрахункового зусилля знаходимо з рівняння моментів реакцій опор

$$R = G \frac{l^{\Gamma}}{l^B} = 500 \frac{0,28}{0,2} = 700 \text{ кгс}$$

Де, G – вага частин, що піднімаються. Приймаємо $G = 500$ кг.

l^{Γ} – відстань між центром ваги частин, що піднімаються, і лінією дії сил. Приймаємо $l^{\Gamma} = 0,28$ м-коду.

l^B – відстань між роликами. Приймаємо $l^B = 0,2$ м.

Визначаємо розрахункове зусилля:

$$P_{\text{расч}} = G + 2 \cdot \frac{f_1 \cdot d_0 + 2k}{d_p} \cdot R = 500 + 2 \cdot \frac{0,05 \cdot 0,01 + 2 \cdot 0,05}{0,05} \cdot 700 = 1074 \text{ кг}$$

Де f_1 - коефіцієнт тертя в опорах роликів. Приймаємо $f_1 = 0,05$

$d_0 = 0,01$ м – діаметр осі ролика.

$d_p = 0,05$ м – діаметр ролика.

k – коефіцієнт тертя кочення. Приймаємо $k = 0,05$.

Відповідно до ГОСТу діаметр циліндра приймемо 110 мм. Діаметр штока приймемо рівним 50 мм, отже

Розрахунок діаметрів циліндра:

$$P_{\Gamma} = \eta \cdot p \cdot \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 0,8 \cdot 20 \cdot \frac{3,14}{4} (11^2 - 5^2) = 1206 \text{ кг}$$

що забезпечує потрібне зусилля.

Розрахунок циліндра повороту:

Центр тяжкості мас, що повертаються, збігається з віссю повороту, момент сил опору, що виникають при русі, визначається моментом сил тертя в опорах:

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{тр} = f_l G (d_b/2)$$

G - маси, що повертаються, $G = 400$ кг;

f_l – коефіцієнт тертя в опорах, $f_l = 0,2$;

d_b – діаметр шийки валу; $d_b = 10$ мм.

$$M_{тр} = 0,2 \cdot 400 \cdot (10 / 2) = 40 \text{ кг}\cdot\text{см}$$

$$M = GR \cos \gamma + M_{тр}$$

γ - кут повороту (прийємо 40 град);

R - відстань від центру тяжкості мас, що повертаються до осі повороту,

$$R = 76 \text{ см}.$$

$$M = 76 \cdot 400 \cdot \cos 40 + 40 = 23288 + 40 = 23328 \text{ кг}\cdot\text{см}$$

Розрахункове зусилля визначають за такою формулою:

$$P_{розр} = M / (l \cdot 2) = 23328 / 27 = 432/2 = 432 \text{ кг}$$

l - плече, $l = 27$ см

Розрахунковий діаметр гідроциліндра отримуємо наступний

$$D_{розр} = \sqrt{\frac{4P}{\eta p \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 432}{0,8 \cdot 20 \cdot 3,14}} = 5,8 \text{ см}.$$

Згідно з ДСТУ найближчий діаметр дорівнює 70 мм. Діаметр штока прийємо рівним 30 мм, отже

$$P = \eta \cdot p \cdot \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 0,8 \cdot 20 \cdot \frac{3,14}{4} (7,0^2 - 3,0^2) = 440 \text{ кг},$$

що забезпечує потрібне зусилля.

3.6 Схема автоматизації

При включенні рубильника QS1 подається електроенергія до трансформатора TV1, що живить гілка схеми управління, що управляє. Для захисту обладнання від високої напруги в ланцюг включений плавкий запобіжник FU1. Силова гілка схеми управління включається рубильник QS2, вона також містить плавкий запобіжник FU2 і трансформатор TV2. При натисканні кнопки SB1 спрацьовує реле напруги KV1 замикаючи контакти KV1.1 і KV1.2, які підводять живлення до ланцюга управління схеми управління. Загоряється сигнальна лампа HL1, що сигналізує про включення ланцюга керування. Відключення ланцюга управління здійснюється

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

натисканням кнопки SB2, при цьому відключається реле напруги KV1, розмикаючи тим самим контакти KV1.1 та KV1.2, згасає сигнальна лампа HL1.

У разі знаходження ключа Р-А в положенні А ланцюг працює в автоматичному режимі. При натисканні кнопки SB3 (пуск) спрацьовує реле напруги KV2 яке замикає контакти KV2.1, KV2.2, KV2.3. Одночасно спрацьовує реле часу KT1, яке відраховує час операції. Подається живлення на електромагніт YA1. Включається вакуум і відбувається захоплення стрижня, після завершення операції спрацьовує розмикаючий контакт KT1.1. Живлення реле KV2 закінчується, воно відключається, цим розмикаючи контакти KV2.1, KV2.2, KV2.3. Розривається ланцюг живлення електромагніту YA1 і вакуум вимикається.

При спрацьовуванні контакту, що розмикає KT1.1. подається короткочасний імпульс на замикаючий контакт KT1.2., спрацьовує реле напруги KV3, яке замикає контакти KV3.1, KV3.2, KV3.3. Подається живлення на електромагніт YA2. Починається поворот після завершення операції повороту спрацьовує розмикаючий контакт SQ1.1. Живлення реле KV3 закінчується, воно відключається, розмикаючи контакти KV3.1, KV3.2, KV3.3. Розривається ланцюг живлення електромагніту YA2 і поворот закінчується.

При спрацьовуванні контакту, що розмикає, SQ1.1. подається короткочасний імпульс на замикаючий контакт SQ1.2., спрацьовує реле напруги KV4, яке замикає контакти KV4.1, KV4.2, KV4.3. Подається живлення на електромагніт YA3. Починається зупинка стрижня, після того як ця операція завершена, спрацьовує розмикаючий контакт SQ2.1. Живлення реле KV4 закінчується, воно відключається, цим розмикаючи контакти KV4.1, KV4.2, KV4.3. Розривається ланцюг живлення електромагніту YA3 і прокладання стрижня закінчується.

При спрацьовуванні контакту SQ2.1. подається короткочасний імпульс на замикаючий контакт SQ2.2., спрацьовує реле напруги KV5, яке замикає контакти KV5.1, KV5.2, KV5.3. Одночасно спрацьовує реле часу KT2. Подається живлення на електромагніт YA4. Спрацьовує розмикаючий контакт

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КТ2.1. Живлення реле KV5 закінчується, воно відключається, цим розмикаючи контакти KV5.1, KV5.2, KV5.3. Розривається ланцюг живлення електромагніту YA4 вакуум вимикається.

При спрацьовуванні контакту, що розмикає КТ2.1. подається короткочасний імпульс на замикаючий контакт КТ2.2., спрацьовує реле напруги KV6, яке замикає контакти KV6.1, KV6.2, KV6.3. Подається живлення на електромагніт YA5. Починається підйом гідроциліндра, після того як ця операція завершена, спрацьовує контакт SQ3.1. Живлення реле KV6 закінчується, воно відключається, розмикаючи контакти KV6.1, KV6.2, KV6.3. Розривається ланцюг живлення електромагніту YA5 та підйом закінчується.

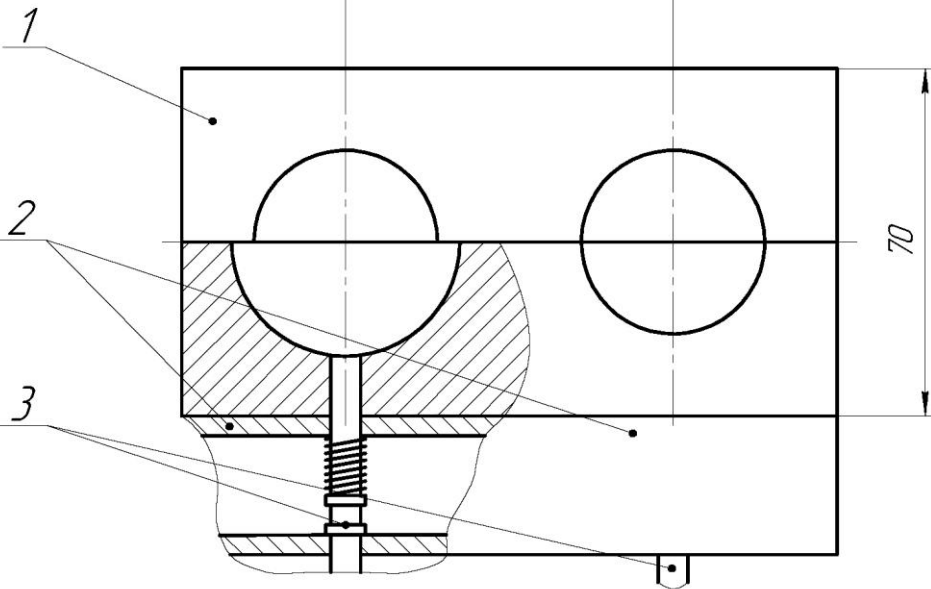
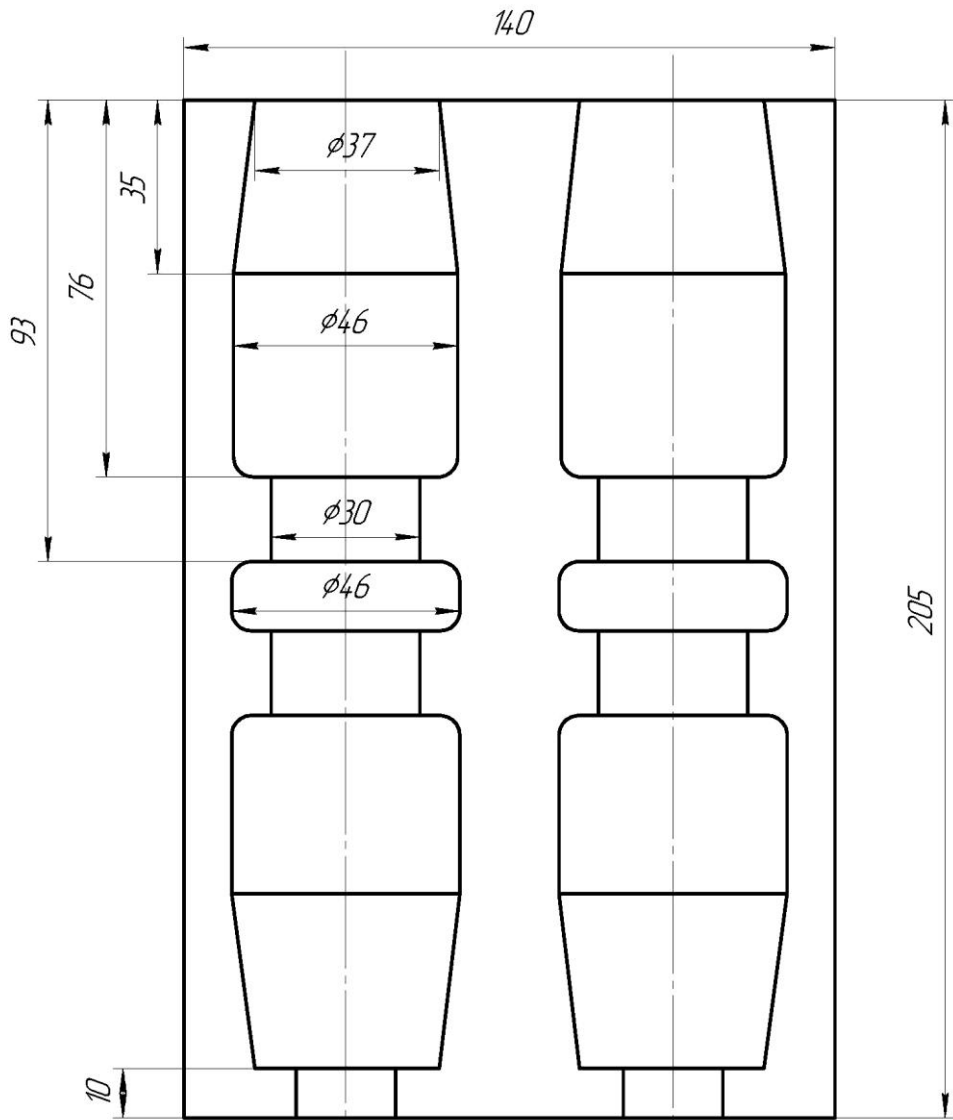
При спрацьовуванні контакту SQ3.1. подається короткочасний імпульс на замикаючий контакт SQ3.2., спрацьовує реле напруги KV7, яке замикає контакти KV7.1, KV7.2, KV7.3. Подається живлення на електромагніт YA6. Починається поворот гідроциліндра, після того як ця операція завершена, спрацьовує контакт SQ4.1. Живлення реле KV7 закінчується, воно відключається, розмикаючи контакти KV7.1, KV7.2, KV7.3. Розривається ланцюг живлення електромагніту YA6 і поворот закінчується.

При знаходженні ключа Р-А в положенні Р (ручне керування) увімкнення та вимкнення кожної операції здійснюється окремо. Допустимо запуск операцій у довільному порядку для налагодження обладнання. Запуск операцій здійснюється кнопками SB4, SB6, SB8, SB10, SB12, SB14. Відключення відповідно SB5, SB7, SB9, SB11, SB13, SB15. Механізм роботи ланцюгів управління операціями наведено вище.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стор. №	Пер. ділка
---------	------------

Інв. № відп.	Підп. та дата	Інв. № відп.	Підп. та дата	Взам. інв. №	Підп. та дата
--------------	---------------	--------------	---------------	--------------	---------------



Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Разроб.	Стрежівус ДМ			
Перев.	Скідін І.Е.			
Т. контр.	Світгарєєв ЛН			
Рецензент	Світгарєєв ЛН			
Н. контр.	Світгарєєв ЛН			
Затв.	Савельєв С.Г.			

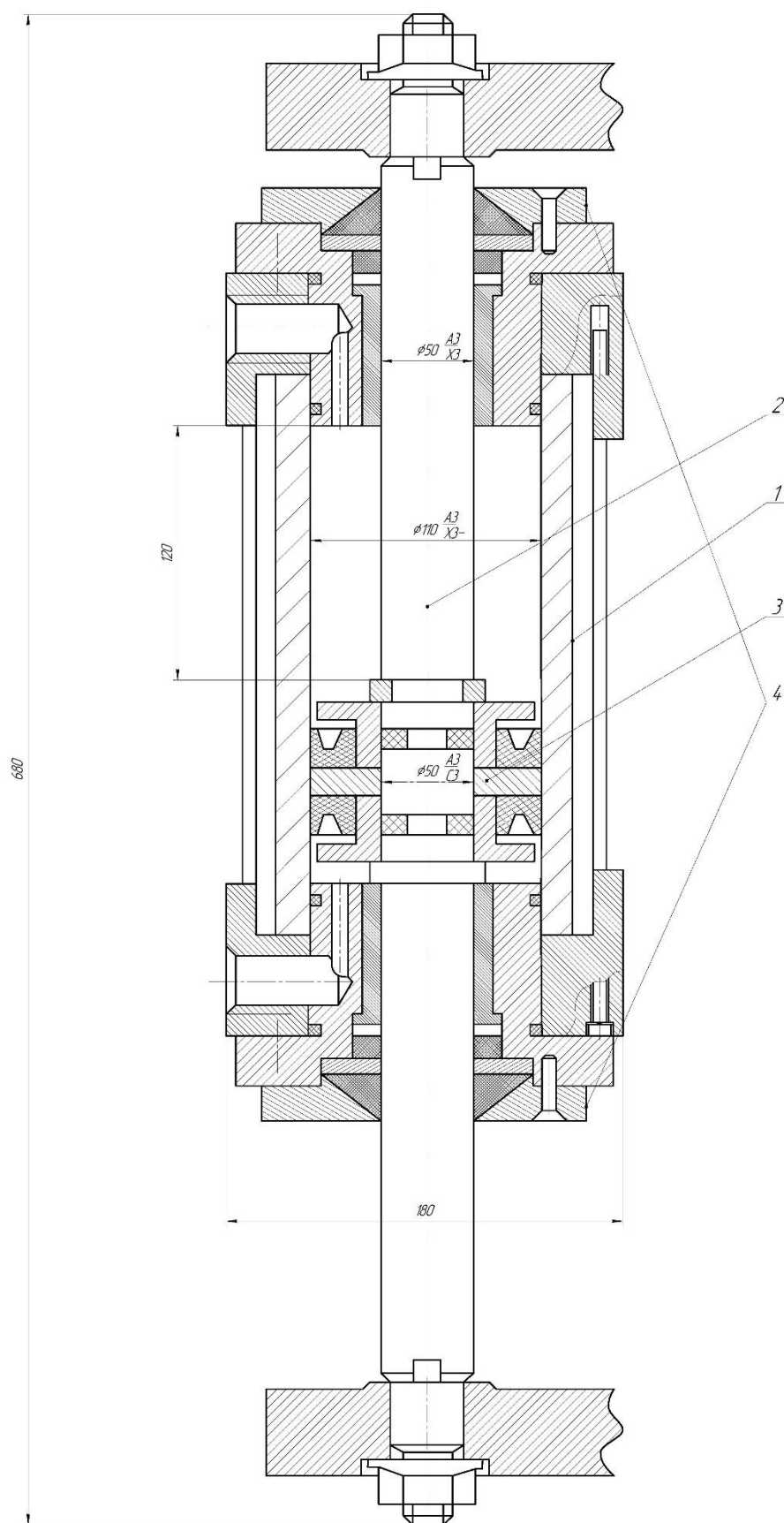
КНУ.РБ.136.25.149с-17			
Цех лиття чавуну у форми з ХТС потужністю 15000 тонн на рік	Лит	Маса	Масштаб
			1:1
	Арк.	Аркцид	
Стрижневий ящик	КНУ МЧМ/В гр. МТ-21-1		

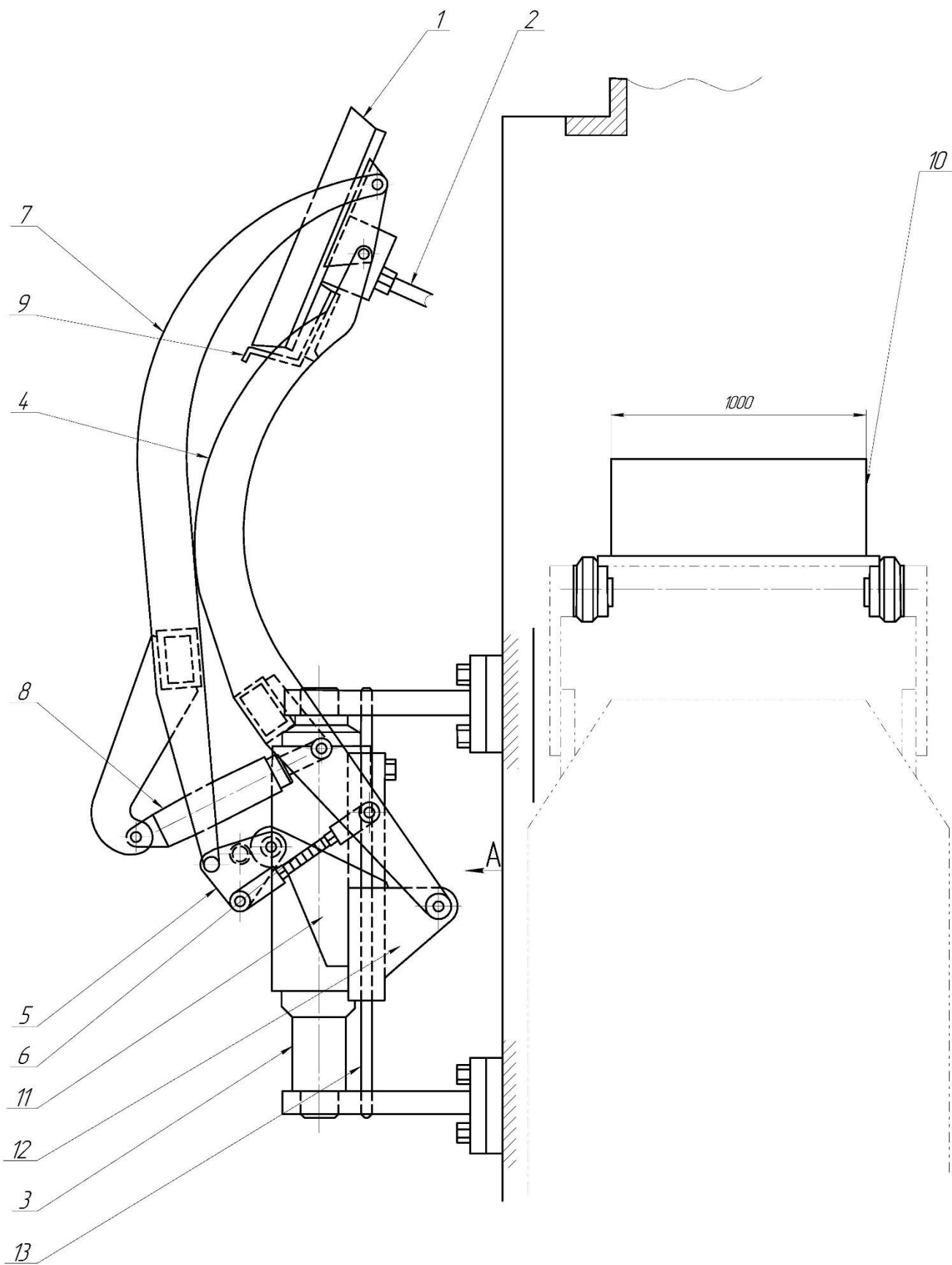
Коплюдав

Формат А1

КНУ.РБ.136.25.149с-17

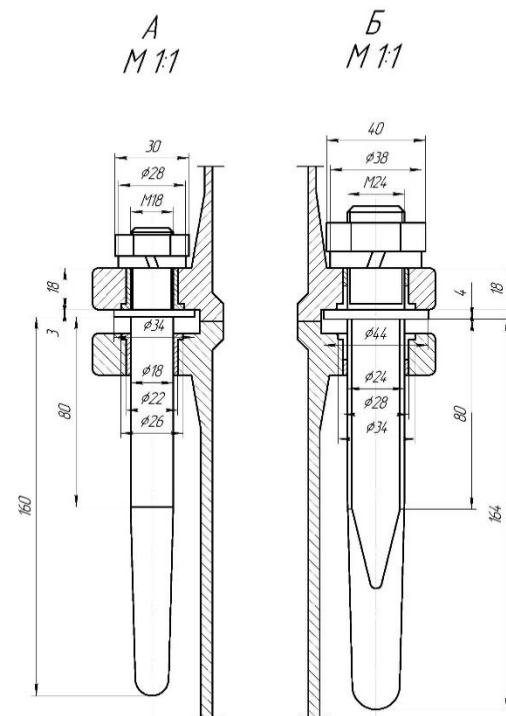
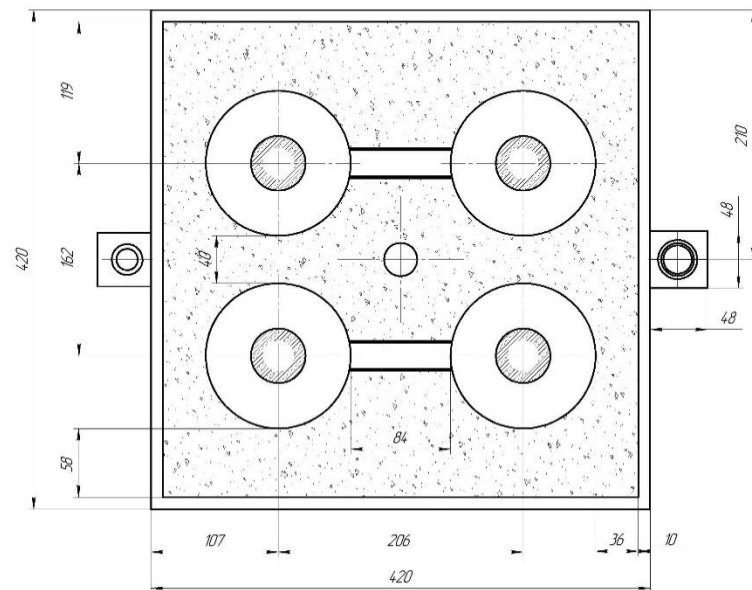
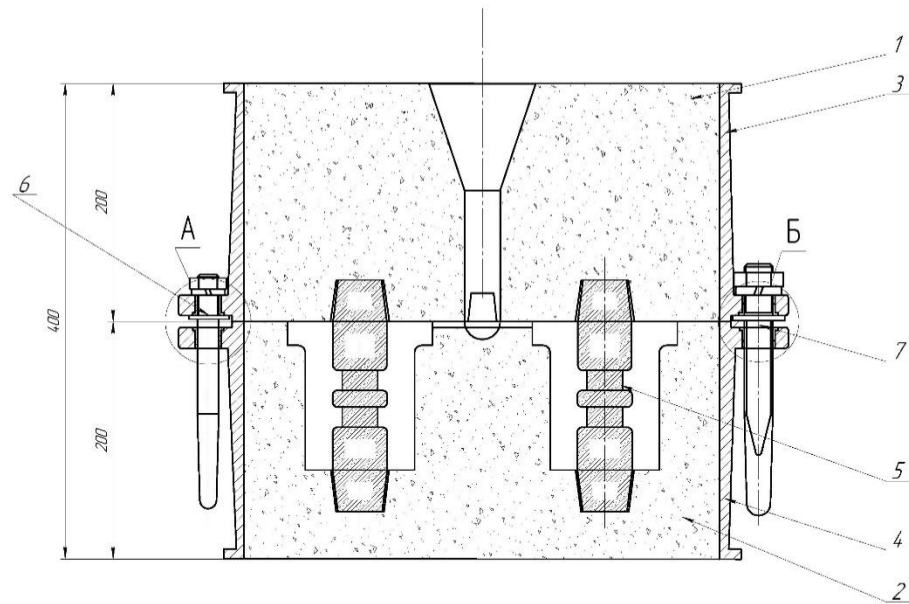
Б-Б

[illegible]



Лист № 1	Лист № 2	Лист № 3	Лист № 4	Лист № 5	Лист № 6	Лист № 7	Лист № 8	Лист № 9	Лист № 10	Лист № 11	Лист № 12	Лист № 13	Лист № 14	Лист № 15	Лист № 16	Лист № 17	Лист № 18	Лист № 19	Лист № 20
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

КНУ.РБ.136.25.14.9с-17										Сталля	Ріска	Масштаб
Зам.	Кол. 50	Арк.	Підпр.	Підпр.	Дата	Цех лиття чавуну у формі з ХТЛ						1:10
Розроб.	Беложук Ш.					потужністю 15000 тонн на рік				Арк. 1	Арк. 4	
Перев.										КНУ		
Т. контр.	Скідін ІЕ									МММ ЛВ		
Рецензент	Беложук Ш.									ар. МТ-21-1		
Н. контр.										Формат А1		
Затв.	Собельєв С.					Копіював						



КНУ.РБ.136.25.14.9с-17									
Авт.	М.А.С.	Д.С.С.	М.А.С.	Л.С.С.	М.А.С.	Цех литови челику у форми з ХТЗ			
Проект.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	потужністю 15000 тонн на рік			
Т.А.С.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	Форма у зборі			
В.А.С.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	до 11-21-1			
Л.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	Формат А1			

Пер. вик.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
Справ. №	A4			КНУ.РБ.136.25.14 9с-17	Документація		
					Складальне креслення		
					Деталі		
			1		Верхня полуформа	1	
			2		Нижня полуформа	1	
			3		Верхня опока	1	
			4		Нижня опока	1	
			5		Стрижень	4	
			6		Штир центрувальний	1	
			7		Штир центрувальний	1	
Підп. та дата							
Взам. інв. №							
Інв. № акціо.							
Підп. та дата							
Інв. поділ.							

КНУ.РБ.136.25.14 9с-17

Змі.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Стрижевич ДМ.		
Перевір.		Скідін І.Е.		
Реценз.		Сайтгарєв Л.Н.		
Н. контр.				
Затверд.		Савельєв С.Г.		

Цех лиття чавуну у форми з ХТС

потужністю 15000 тонн на рік

КНУ

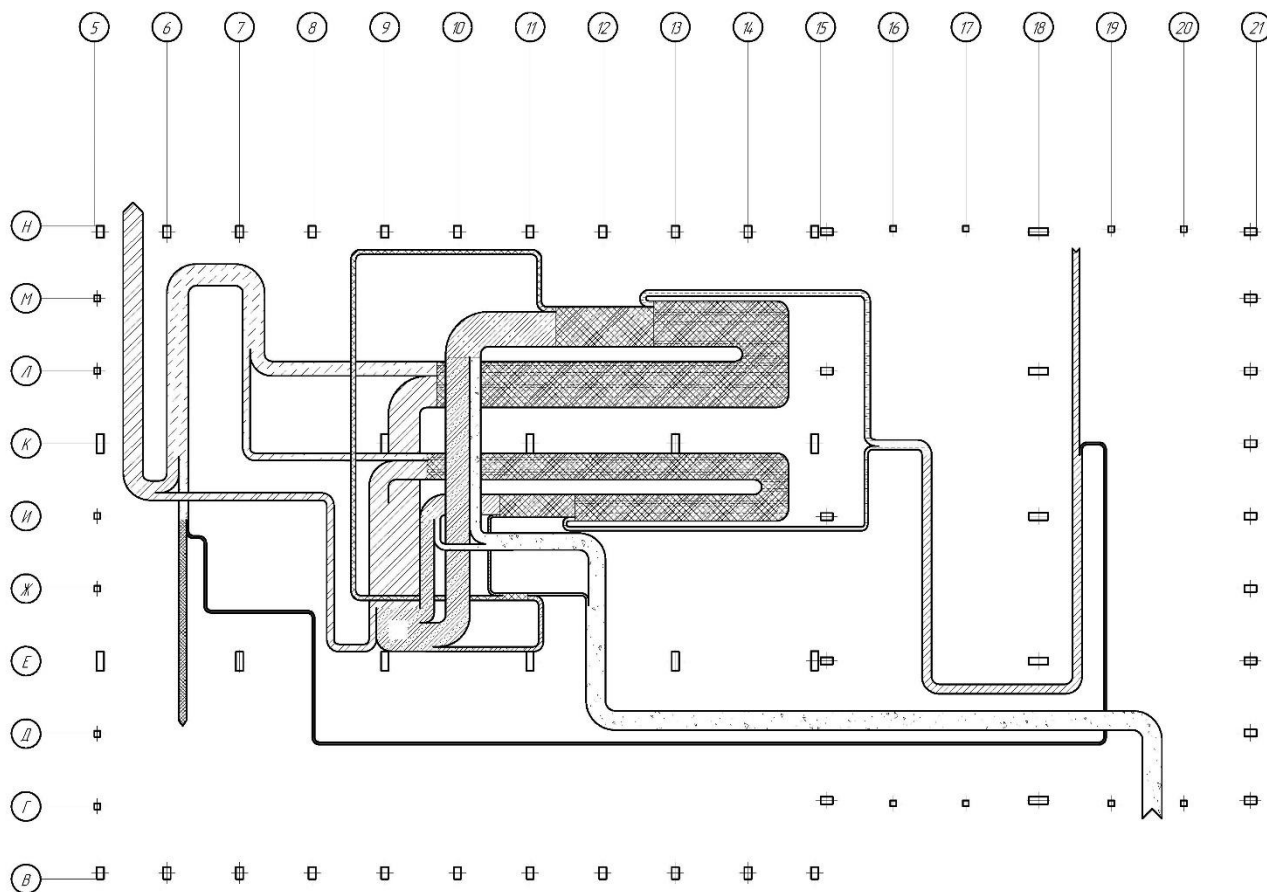
МЧМ ЛВ

гр. МТ-21-1

Арк. Арк. Аркцш.

1 1 1

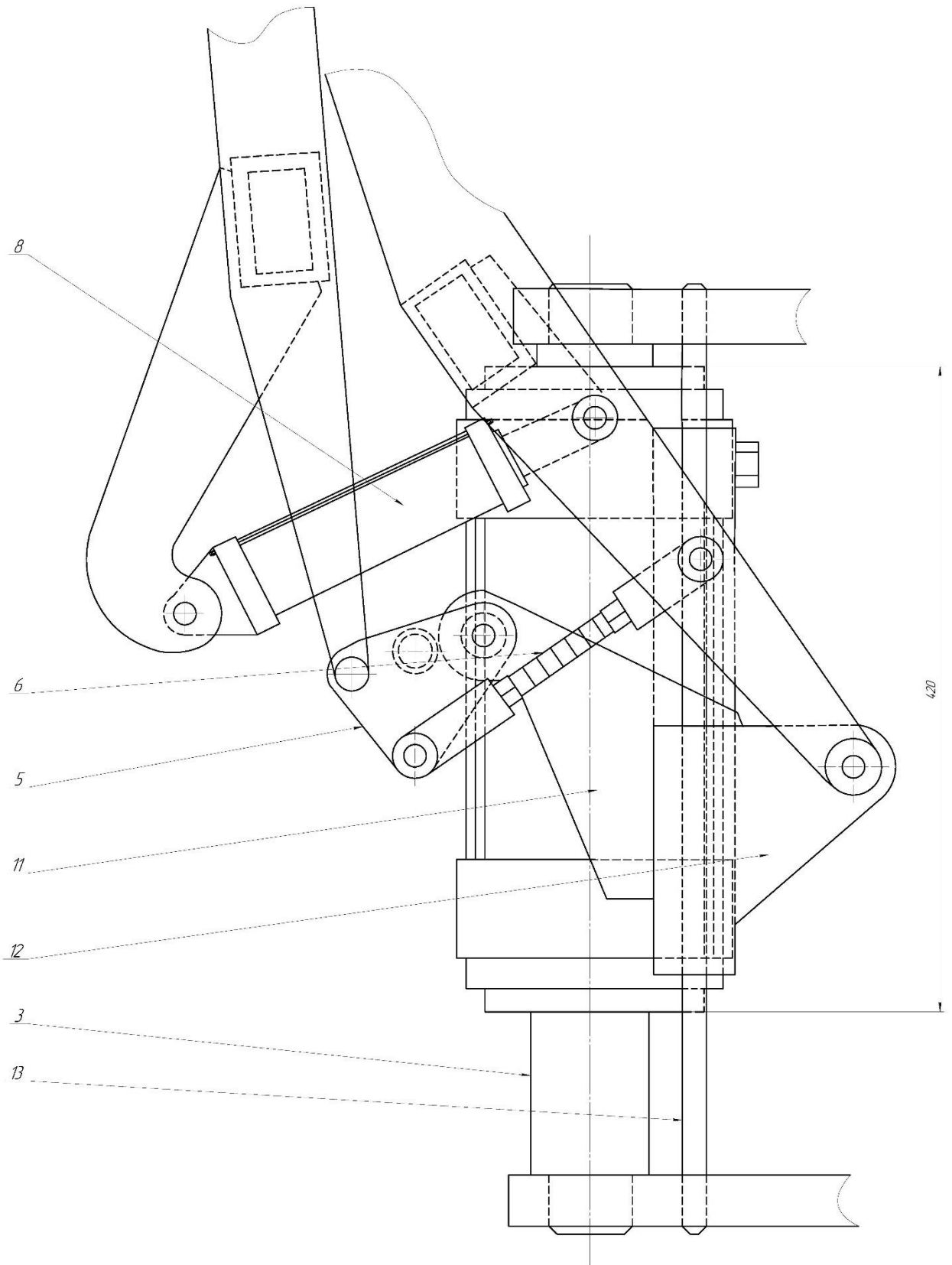
КНУРБ.136.25.14.9с-17



- Шухта
- Рідкий метал
- Свіжий пісок
- Регенований пісок
- Форми
- Стержні
- Форми зі стрижнями
- Залиті форми
- Відпрацьована суміш
- Вибиті виливки
- Очищені виливки та літники
- Цінні відливки
- Повернення

КНУРБ.136.25.14.9с-17			
Лист	№ докум.	Лист	Всього
1	1	1	1
Цех литейних форм з ХТГ			
потужність 1500 тонн на рік			
Вантажопотоки			
1200			
Автоматизовано			
РРР-1.03			
Формат А1			

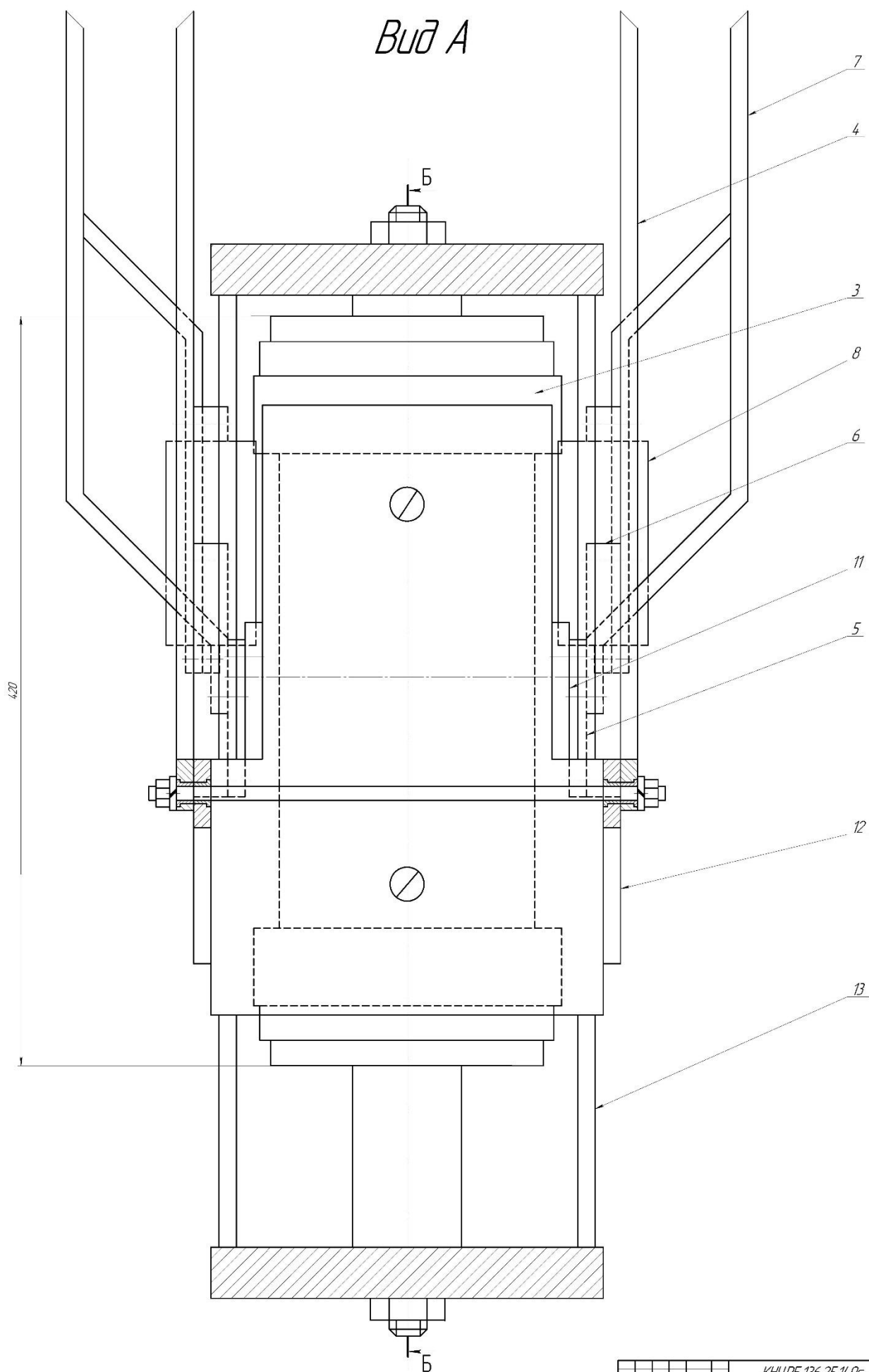
Б



Лист № 1	Лист № 2	Лист № 3	Лист № 4	Лист № 5	Лист № 6	Лист № 7	Лист № 8	Лист № 9	Лист № 10	Лист № 11	Лист № 12	Лист № 13	Лист № 14	Лист № 15	Лист № 16	Лист № 17	Лист № 18	Лист № 19	Лист № 20
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

КНУРБ.136.25.14.9С-17										Листов			Место			Примечание		
Пристрій для протиставлення стрижнів										11								
										Лист			Деталь			Матеріал		
										1			1441/18			1441/18		
													1441/18			1441/18		
													1441/18			1441/18		
													1441/18			1441/18		
													1441/18			1441/18		
													1441/18			1441/18		
													1441/18			1441/18		

Bud A



[illegible]

Пер. вик.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка		
Справ. №	A4			КНУ.РБ.136.25.14 9с-17	Документація				
					Складальне креслення				
					Деталі				
			1		Стрижневий ящик	1			
			2		Штовхальна плита	1			
			3		Штовхач	4			
Підп. та дата	Підп. та дата	Інв. № діляк	Взам. інв. №	Інв. №	КНУ.РБ.136.25.14 9с -17				
Інв. підпл.	Змі.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Цех лиття чавуну у форми з ХТС потужністю 15000 тонн на рік	Арк.	Арк.	Аркцш.
	Розроб.	Стрижевус ДМ.							1
	Перевір.	Скідін І.Е.							
	Реценз.	Світзарєєв Л.Н.							
	Н. контр.								
	Затверд.	Савельєв С.Г.							

Копіював

Формат А4

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті було розроблено проєкт чавуноливарного цеху продуктивністю 15000 тонн виливків на рік з масою одиничного виливка до 50 кг. В ході проєктування були враховані технологічні, конструктивні, що забезпечують ефективну та безперебійну роботу цеху.

1. **Оптимізовано технологічний процес виробництва** — від підготовки шихти, плавлення металу, виготовлення форм і стрижнів, до заливки, охолодження, вибивання та обробки виливків. Використання печей типу ІЧТ-2,5 забезпечує якісне приготування чавуну марки СЧ-20.
2. **Застосовано сучасні засоби механізації** — монорейкові ковші, формувальні машини L40 та L250, піскодувні машини L5, вибивні пристрої, дробеметні барабани. Це дозволяє зменшити частку ручної праці та підвищити продуктивність.
3. **Передбачена ефективна система регенерації формувальної суміші**, що забезпечує зменшення витрат піску за рахунок повторного використання, зберігаючи необхідні технологічні характеристики суміші.
4. **Забезпечено якісний контроль кожного етапу виробництва** — від контролю складу чавуну до сортування готових виробів, що дозволяє зменшити кількість браку й забезпечити стабільну якість виливків.

Реалізація даного проєкту дозволяє забезпечити стабільний випуск якісних виливків із сірого чавуну, знизити витрати на матеріали та енергоносії, підвищити ефективність виробництва та конкурентоспроможність підприємства.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.В						
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата							
Розробив	Стреживус Д. М.				Висновки			Літера	Аркуш	Аркушів	
Перевірив	Скідін І. Е										
Рецензент	Саїтгарєєв Л.Н										
Н.контроль	Скідін І. Е							Кафедра МЧМЛВ Група МТ-21-1			
Затвердив	Савельєв С.Г.										

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Могильов В. К., Лев О. І. Довідник ливарника. М.: Машинобудування, 1988. - 272 с.
2. Ковальов Ю. Г. Проектування ливарних цехів: Методичний посібник із виконання курсового проекту для студентів. Перм. держ. техн. ун-т. - Перм, 1993.
3. Міляєв А. Ф. Проектування нових та реконструкція діючих ливарних цехів: Навчальний посібник. - Магнітогорськ: МДТУ ім. Г. І. Носова, 2001. - 410 с.
4. Шуляк В. С. Проектування ливарних цехів: Навчальний посібник. - М.: МДІУ, 2004. - 92 с.
5. Кнорре Б. В. Основи проектування ливарних цехів та заводів: Підручник. - М.: Машинобудування, 1979. - 376 с.
6. Логінов І. З. Проектування ливарних цехів. Мінськ, «Вишйш. школа», 1975. 320 с.
7. Шишляєв В. Н. Залізовуглецеві ливарні сплави: Навчальний посібник/Перм. держ. техн. ун-т. - Перм, 2002. - 161 с.
8. Ковальов Ю. Г. Ливарне технологічне оснащення: Конспект лекцій. Ч. 1. Основи технологічної підготовки виробництва. ч. 2.
9. Технологічна оснастка для виготовлення піщаних набивних форм / Перм. держ. техн. ун-т. - Перм, 1999. 209 с.
10. Ковальов Ю. Г. Розрахунок прибутків та литникових систем. Навчальний посібник Пермський ун-т, 1978, 78 с.
11. Трухов А. П. Технологія ливарного виробництва: Лиття в піщані форми: Підручник для студ. вищ. навч. закладів. - М.: Видавничий центр «Академія», 2005. - 528 с.
12. Чуркін Б.С., Гофман Е.Б. "Технологія ливарного виробництва" Єкатеринбург: Урал. держ. проф.-пед. ун-ту, 2000 р.
13. Лук'янов В. І. Поточні та автоматичні лінії: Атлас; Перм. держ. техн. ун-т. Перм, 1997. 124 с.
14. Сафронов В. Я. Довідник з ливарного обладнання. М.: Машинобудування, 1985. - 320 с.
15. Міхнюк Т. Ф. Безпека життєдіяльності. Мн.: Дизайн ПРО, 2004. - 240 с.
16. Шубіна Н. Н. Розробка бізнес-плану підприємства металургійного профілю. Мет. вказівки до курсової роботи та дипломного проекту для студентів.

					КНУ.РБ.136.25.149с-17.СВД			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Стреживус Д. М.			Список використаної літератури		Літера	Аркуш
Перевірив		Скідін І. Е						
Рецензент		Сайтгарєєв Л.Н						
Н.контроль		Скідін І. Е					Кафедра МЧМЛВ Група МТ-21-1	
Затвердив		Савельєв С.Г.						